# LÖTHROHRBUCH: EINE ANLEITUNG ZUM GEBRAUCH DES LÖTHROHRS, SOWIE ZUM...

Theodor Scheerer



# Löthrohrbuch.

---

**Holzschnitte**
aus dem xylographischen Atelier
von Friedrich Vieweg und Sohn
in Braunschweig.

**Papier**
aus der mechanischen Papier-Fabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhausen
bei Braunschweig.

# Löthrohrbuch.

Eine Anleitung

zum

## Gebrauch des Löthrohrs

sowie zum Studium

des Verhaltens der Metalloxyde, der Metalle und der Mineralien vor dem Löthrohre

nebst Beschreibung der

vorzüglichsten Löthrohrgebläse.

Für

**Chemiker, Mineralogen, Metallurgen, Metallarbeiter und andere Techniker;**

sowie

zum Unterrichte auf Berg-, Forst- und landwirthschaftlichen Akademieen, polytechnischen Lehranstalten, Gewerbeschulen u. s. w.

Von

Dr. Theodor Scheerer,

Professor der Chemie a. d. K. Sächs. Bergakademie zu Freiberg; Mitglied d. K. Sächs. Ges. d. Wissenschaften zu Leipzig.



Zweite vermehrte Auflage.

Mit in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Braunschweig,

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1857.

## Vorwort zur ersten Auflage.

Die Anwendung des Löthrohrs zur Erkennung mineralischer Stoffe hat sich nach und nach, besonders durch die Bestrebungen von Berzelius, zu einem sehr wichtigen Theile der chemischen Analysis gestaltet. Um so mehr ist es zu bedauern, dass jenes einfache und dabei so viel leistende Instrument sich immer noch nicht in den Händen aller Derer befindet, welche es mit Nutzen anwenden könnten. Es dürfte dies, wenigstens zum Theil, in dem bisher stattgefundenen Mangel eines kurzgefassten Leitfadens zur Anstellung von Löthrohrversuchen begründet sein. Die vortrefflichen Werke von Berzelius und Plattner sind vielen Anfängern zu ausführlich, und Manchem wohl auch zu kostbar, als dass sie zur Abhelfung dieses Mangels dienen könnten. Möge es daher der vorliegenden kleinen Broschüre gelingen, diese Lücke auszufüllen; und möge die beigefügte Beschreibung der wichtigsten Löthrohrgebläse nicht allein manchem jungen Chemiker nützlich sein, sondern auch bei vielen Technikern — welche sich oft äusserst unzweckmässiger Erhitzungs-Vorrichtungen bei ihren Arbeiten bedienen — eine wünschenswerthe Berücksichtigung finden.

Zu öffentlichem Danke fühlen sich Autor und Verleger gegen Herrn Professor Plattner verpflichtet, welcher gütigst gestattete, dass die Tabelle (II.) über das Verhalten der Metalloxyde zu Borax und Phosphorsalz, sowie einige andere Zusammenstellungen aus dessen »Probirkunst mit dem Löthrohre« in das vorliegende Werkchen aufgenommen wurden.

# Vorwort zur zweiten Auflage.

Die günstige Aufnahme, welche das »Löthrohrbuch« in Deutschland gefunden hat, sowie die Uebersetzung desselben ins Englische, Russische und Polnische, dürften wohl darthun, dass durch dieses anspruchslose Büchlein jedenfalls eine — wenn auch noch so kleine — Lücke in der chemischen Literatur ausgefüllt worden ist. Nach Verlauf von kaum fünf Jahren war die erste, starke Auflage desselben vergriffen. Verfasser und Verleger glaubten daher nicht anstehen zu dürfen, hiermit eine zweite, vermehrte Auflage dem betreffenden Publicum zu übergeben. Eine der wesentlichsten Vermehrungen derselben besteht in der Aufnahme vom »Verhalten der Mineralien vor dem Löthrohre«. Der englische Uebersetzer des Löthrohrbuches, Mr. Blanford, hatte die ursprüngliche Tendenz meiner Arbeit durch Hinzufügung dieses Abschnittes erweitert, und ich glaubte einen mehrfach ausgesprochenen Wunsch zu erfüllen, indem ich der vorliegenden zweiten Auflage meines Werkchens dieses wichtige Capitel hinzufügte. Dennoch würde mir dies, aus Mangel an der dazu nöthigen Zeit, unmöglich gewesen sein, wenn nicht Herr Professor Dr. Otto in Braunschweig die Güte gehabt hätte, jenen, in der englischen Uebersetzung auf sehr zweckmässige Weise tabellarisch bearbeiteten Abschnitt ins Deutsche zu übertragen und diese Uebertragung dem Verleger und mir zur zweiten Auflage des Löthrohrbuches zur Disposition zu stellen.

# Inhalts-Verzeichniss.

# DAS LOETHROHR.

# Einleitung.

---

Zum Löthen — d. h. zum Befestigen von Metallstücken an einander mittelst einer in Fluss gebrachten und darauf erstarrten Metall-Legirung, das Loth, welche leichter schmelzbar als jene Metallstücke ist — haben sich die Metallarbeiter verschiedener Länder schon seit Jahrhunderten eines einfaches Instrumentes, des Löthrohrs, bedient, welches den Zweck hat, das Loth durch verstärkte Hitze schnell in Fluss zu bringen. Das einfachste und älteste Löthrohr ist ein hohles konisches Metallrohr, welches an seinem dünneren Ende rechtwinklig (ohne scharfe Ecke) gebogen ist. Beim Gebrauche wird das stärkere Ende desselben in den Mund genommen und ein Luftstrom eingeblasen, welcher, zur Spitzen-Oeffnung ausströmend, ganz wie der Wind eines Gebläses benutzt wird. Das Löthrohr kann also als eine durch den Mund gespeiste Gebläse-Vorrichtung im Kleinen betrachtet werden, und seine erhitzende Wirkung beruht auf ganz ähnlichen Principien, wie die eines gewöhnlichen Gebläses. In dieser rohesten Anwendung und Gestalt war das Löthrohr von keiner Wichtigkeit für die Wissenschaft. Diese erhielt es erst, als es dem Beobachtungsgeiste und Fleisse verschiedener Männer gelang, es zu einem für den Chemiker und Mineralogen, sowie für den Berg- und Hüttenmann überaus nützlichen Instrumente zu erheben. Wie dies nach und nach geschah, wird die folgende geschichtliche Skizze darthun.

So viel sich hat ermitteln lassen, ist Anton Swab, ein schwedischer Bergrath, welcher in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts lebte, der Erste gewesen, welcher Versuche angestellt hat, das Löthrohr zur chemischen Untersuchung von Erzen und Mineralien anzuwenden. Demnächst war es der schwedische Mineralog Cronstedt, der sich des Löthrohrs, besonders in Bezug auf das von ihm (1758) aufgestellte chemische Mineralsystem, zur Erkennung und Unterscheidung von Mineralien bediente. Engeström, welcher im Jahre 1765 dieses System ins Englische übersetzte, fügte eine Beschreibung von der Cronstedt'schen Anwendung des Löthrohrs bei [1]). Im Jahre 1773 wurde diese Beschreibung ins Schwedische, und bald darauf in mehrere andere europäische Sprachen übertragen. So wenig vollkommen die damalige Anwendung des Löthrohrs auch war, erregte sie doch bereits durch ihre schnell und sicher zu erzielenden Resultate grosse Aufmerksamkeit. Nichts desto weniger machte die neue Kunst, welche, so leicht sie schien, eine anhaltende Uebung erforderte, anfangs nur geringe Fortschritte. Eine erhebliche Erweiterung erhielt dieselbe durch die Bestrebungen Bergmann's, der sich des Löthrohrs zu qualitativen Untersuchungen im ganzen Gebiete der anorganischen Chemie bediente, und darthat, wie man mit Hülfe desselben sehr kleine Quantitäten von Mineralstoffen erkennen könne, deren Entdeckung auf anderem Wege weit schwieriger zu bewerkstelligen seyn würde. Bergmann veröffentlichte seine Erfahrungen in einer Schrift, welche 1779 zu Wien in lateinischer Sprache gedruckt [2]), und 1781 von Hjelm

---

[1]) An Essay towards a system of Mineralogy, by Cronstedt, translated from the Swedish by von Engeström, revised and corrected by Mendes a Costa. Lond. 1770.

[2]) T. Bergmann comment. de tubo ferruminatorio ejusdemque usu in explorandis corporibus, praesertim mineralibus. Vindobonae 1779.

ins Schwedische übertragen wurde. Nach dem bald darauf erfolgten Tode Bergmann's († 1784) war es Gahn, welcher auf dem von Letzterem eingeschlagenen Wege weiter vordrang. Er erwarb sich durch anhaltenden Eifer eine grosse Fertigkeit in der Anwendung des Löthrohrs, ohne jedoch jemals etwas von seinen reichen Erfahrungen aufzuzeichnen, die grossentheils verloren gegangen seyn würden, wenn dies nicht durch eine humane Bereitwilligkeit, seine Kunst jedem Lernbegierigen mitzutheilen, verhindert worden wäre. Hierdurch wurde der junge Berzelius, den sich Gahn vorzugsweise als einen Schüler seiner Kunst ausersah, in den Stand gesetzt, sich jene Erfahrungen zu eigen zu machen, und auf diesem Grunde weiter zu bauen. Gahn hatte einen richtigen Blick gehabt. Einen zu diesem Fortbau Geeigneteren als Berzelius hätte er wohl kaum finden können. Durch Letzteren wurde die Anwendung des Löthrohrs nicht allein in hohem Grade vervollkommnet und erweitert, sondern zugleich durch seine Lehren und Schriften in so weitem Umfange verbreitet, dass sie gegenwärtig ein wesentlicher Theil der Kenntnisse jedes Chemikers und Mineralogen geworden ist. Im Jahre 1821 gab Berzelius seine vortreffliche »Anwendung des Löthrohrs in der Chemie und Mineralogie« heraus, von welcher seitdem mehrere Auflagen erschienen sind.

Alle Bestrebungen der sich des Löthrohrs zu chemischen Untersuchungen bedienenden Forscher waren bis dahin darauf gerichtet gewesen, mit Hülfe dieses Intrumentes qualitative Analysen anzustellen. Harkort dagegen wurde, indem er den fruchtbringenden Gedanken fasste, das Löthrohr auch zu quantitativen Analysen zu benutzen, der Begründer eines neuen Zweiges der Löthrohr-Technik, der quantitativen Löthrohr-Probirkunst. Im Jahre 1827 erschien von ihm, als Resultat seiner in Freiberg angestellten Untersuchungen, das erste Heft seiner »Probirkunst mit dem Löthrohre«, die Silberprobe enthaltend. An der Herausgabe eines zweiten Heftes, welches die Blei-, Kupfer-

und Zinnprobe enthalten sollte, wurde er durch einen Ruf nach Mexico (woselbst er nach einigen Jahren starb) verhindert. Plattner, die Wichtigkeit dieser Erweiterung erkennend, beschäftigte sich während einer langen Reihe von Jahren mit der praktischen Ausbildung von Harkort's Idee. Seiner Ausdauer und Geschicklichkeit ist es gelungen, die quantitative Löthrohr-Probirkunst zu einer Vollkommenheit zu bringen, welche man früher nicht für möglich gehalten hatte. Plattner hat die Resultate seiner Forschungen, sowohl in Betreff der qualitativen als quantitativen Löthrohrproben, in seinem Werke »Die Probirkunst mit dem Löthrohre« niedergelegt, von welchem 1835 die erste, 1847 die zweite und 1853 die dritte Auflage erschien.

Die qualitative und die quantitative Löthrohr-Probirkunst, auf den Stufen der Ausbildung, welche sie durch Berzelius und Plattner erreicht haben, sind so umfangreiche Doctrinen, dass eine beträchtliche Zeit und Uebung dazu gehören, um sich mit ihnen vollkommen vertraut zu machen. Namentlich gilt dies von der quantitativen Löthrohr-Probirkunst, welche wohl selten von Chemikern erlernt, sondern fast ausschliesslich durch Dokimasten von Fach ausgeübt wird. Von der qualitativen Löthrohr-Probirkunst, welche einer sehr weit verbreiteten Anwendung fähig ist, wird in dem Folgenden eine kurzgefasste und möglichst übersichtliche Darstellung ihrer wichtigsten Theile gegeben werden, so dass es auch Anfängern und weniger Geübten möglich werden wird, sich mit Hülfe dieser Anleitung weiter zu fördern, und sich das Löthrohr zu einem ebenso nützlichen als treuen Freunde zu machen.




# I.

## Die Löthrohrflamme und die zur qualitativen Löthrohrprobe erforderlichen Gegenstände.

---

Die Löthrohrflamme wird hervorgebracht, indem man mittelst des Löthrohrs, unter Beobachtung gewisser Regeln, einen Luftstrom durch die Flamme einer Kerze oder Lampe bläst. Am besten eignet sich hierzu die Flamme einer Oellampe mit breitem, nicht zu dünnem Dochte und von einer Einrichtung, wie sie weiter unter angegeben werden wird. Die Haupterfordernisse zur Hervorbringung einer guten Löthrohrflamme bestehen 1. in der Stätigkeit und hinreichenden Dauer des Luftstromes, und 2. in der richtigen Anbringung und Direction desselben. Was den ersten Punkt betrifft, so wird davon später, bei der Beschreibung des Löthrohrs, die Rede seyn. In Betreff des zweiten Punktes hat man es in seiner Gewalt, die chemische Einwirkung der Flamme auf den dadurch erhitzten Körper entweder in einer oxydirenden oder in einer reducirenden bestehen zu lassen.

Die oxydirende und die reducirende Flamme bilden die Haupt-Agentien der gesammten Löthrohr-Probirkunst. Wer diese Flammen in richtiger Art und erforderlicher Dauer hervorzubringen versteht, hat eine der schwierigsten Stellen dieser Kunst überschritten.

Eine reducirende Flamme wird auf folgende Weise hervorgebracht. Man hält die Spitze *b* des Löthrohrs — dessen übrige Theile hier aus der Zeichnung weggelassen sind — parallel mit dem etwas schief abgeschnittenen Dochte *dd*, und zwar so, dass jene Spitze die eine schmale Seite der Flamme kaum berührt. Der Erfolg hiervon wird eine gelbe, leuchtende Flamme seyn, ungefähr von der Gestalt, wie sie Fig. 1 angiebt.

Fig. 1.

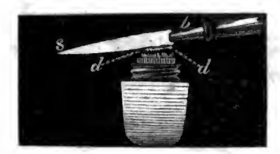



Fig. 2.




Eine oxydirende Flamme, Fig. 2, erhält man, wenn man die Löthrohrspitze *b* etwa bis zu einem Drittel der Dochtbreite *dd* in die Flamme eintaucht. Zugleich ist es gut, etwas stärker zu blasen als bei Erzeugung der Reductionsflamme. Die Oxydationsflamme ist eine blaue, schwach leuchtende Flamme.

Die gelbe Farbe und das Leuchten der Reductionsflamme rühren von feinen Kohlenstoffpartikeln her, welche unverbrannt, aber glühend, in den verbrennenden Gasen schweben, bis sie an der Peripherie des leuchtenden Flammenkegels zur Verbrennung gelangen. In der Oxydationsflamme, welche sich uns mit der blauen Farbe des verbrennenden Kohlenoxydgases darstellt, fehlen diese Kohlenpartikel.

Der Grund der Entstehung dieser verschiedenen Flammen ist nicht schwer zu finden. Bei der Reductionsflamme treibt der — überdies schwächere — Luftstrom die ganze Flamme vor sich her, ohne dass eine vollständige Mengung der Flammengase mit der einströmenden Luft erreicht wird; während bei der Oxydationsflamme ein stärkerer Luftzug sich unmittelbar in die Flamme

ergiesst, sich also vollständiger mit den Flammengasen mengt. In letzterem Falle muss daher eine weit vollständigere Verbrennung entstehen als in ersterem.

Bringt man ein Stückchen eines oxydationsfähigen Körpers dicht vor die Spitze der Oxydationsflamme, so wird ihn diese erhitzen, während die umgebende atmosphärische Luft oxydirend auf ihn einwirkt. Bedient man sich hierbei eines stark gepressten Luftstromes, so wird ein Theil unverbrannter Luft durch die Spitze der Flamme entweichen und die oxydirende Wirkung erhöhen. Ausser zum Oxydiren wendet man die Oxydationsflamme, wegen ihrer grösseren Wärme-Intensität, auch bloss zum Erhitzen von Körpern an, um dadurch Aufschlüsse über deren Schmelzbarkeit zu erhalten. Solchenfalls ist zu beachten, dass die Spitze *s* der heisseste Theil der Flamme ist.

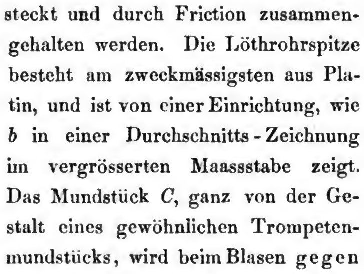
Die Reductionsflamme äussert am besten ihre reducirende Wirkung, wenn der betreffende Körper so weit in dieselbe hineingehalten wird, dass man ihn mit der Flamme möglichst umhüllt, also von der Einwirkung der atmosphärischen Luft abschliesst. Zu weit in die Flamme darf man jedoch den Körper nicht bringen, indem er sich solchenfalls leicht mit Russ bedeckt, was seine Erhitzung beeinträchtigt, und zuweilen noch mit anderen Nachtheilen verbunden ist.

## A. Das Löthrohr.

Das Löthrohr in seiner jetzt gebräuchlichsten Einrichtung ist von einer Gestalt wie umstehende Fig. 3 etwa in der Hälfte natürlicher Grösse angiebt. Man pflegt es von Messing, Argentan oder Silber anzufertigen, mit Ausnahme des Mundstückes *C*, welches von Horn ist. Dieses Mundstück fehlt an manchen Löthröhren, welche dann bei *B* eine silberne Einfassung zu haben pflegen. *A* ist der Windkasten, in welchem sich die von *B* aus, durch das Windrohr *AB*, eingeblasene Luft ansammelt, um durch das Seitenrohr *a* und die daran befindliche Spitze *b* auszuströmen.

Das Windrohr *AB*, der Windkasten *A*, das Seitenrohr *a* und die Löthrohrspitze *b* sind einzelne Stücke, welche an einander gesteckt und durch Friction zusammengehalten werden. Die Löthrohrspitze besteht am zweckmässigsten aus Platin, und ist von einer Einrichtung, wie *b* in einer Durchschnitts-Zeichnung im vergrösserten Maassstabe zeigt. Das Mundstück *C*, ganz von der Gestalt eines gewöhnlichen Trompetenmundstücks, wird beim Blasen gegen die Lippen gepresst. Fehlt dasselbe, so müssen die Lippen das Windrohr bei *B* umschliessen. Ersteres ist aber bei weitem weniger anstrengend als letzteres; weshalb man bei Anwendung eines Mundstückes *C* und bei gehöriger Uebung, im Stande ist, 5 bis 10 Minuten anhaltend zu blasen. Während dieses anhaltenden Blasens holt man durch die Nase Athem, bedient sich des Gaumens wie eines Ventils, und presst die Luft durch die angespannten Backenmuskeln aus.

Fig. 3.




Anfänger im Löthrohrblasen, wie Plattner sehr richtig bemerkt, begehen in der Regel den Fehler, dass sie während des Blasens die Gemeinschaft der Brusthöhle mit der Mundhöhle — durch den Gaumen — nicht zur gehörigen Zeit verschliessen und daher die Lunge unnöthigerweise unmittelbar wirken lassen. Die Lungen sollen bloss das Luftreservoir, die Backenmuskeln aber den eigentlichen Blasebalg für das Löthrohr abgeben. Das Athmen durch die Nase — welches bei einem geübten Löthrohrbläser nicht schneller

und anstrengender als unter gewöhnlichen Umständen geschieht — füllt jenes Luftreservoir von Zeit zu Zeit wieder an. Ein solches Blasen erfordert Uebung und Anleitung; so schwierig es Manchem anfangs vorkommt, so leicht pflegt man es nach einiger Zeit zu finden.

Wie man während des Blasens das Löthrohr u. s. w. zu halten, welche Stellung man den Armen und dem Oberkörper dabei zu geben habe, hierüber wie über einige ähnliche äussere Umstände lassen sich keine festen Regeln aufstellen, da individuelle Gewohnheiten dabei in Betracht kommen. Jedenfalls thut der Anfänger am besten, sich hierin eine kurze Unterweisung von einem geübten Löthrohrbläser geben zu lassen.

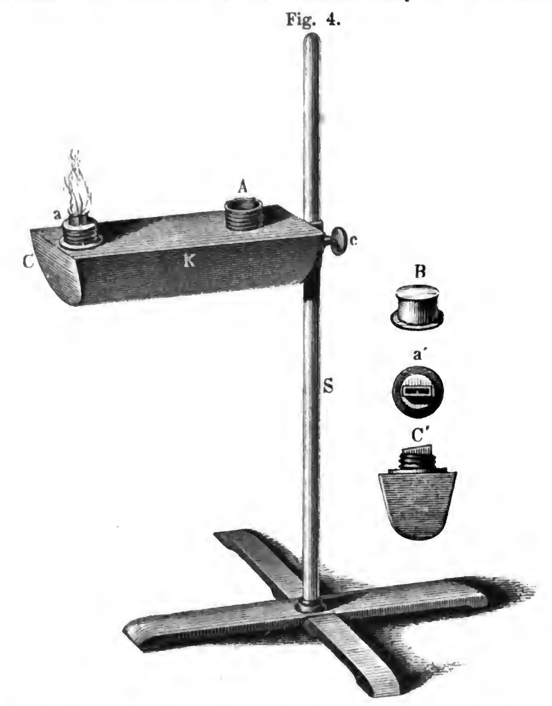
Da anhaltendes Löthrohrblasen, besonders wenn es auf eben gedachte fehlerhafte Weise geschieht, schwachen Lungen leicht schädlich werden kann, so hat man verschiedene Apparate ersonnen, welche den erforderlichen Luftstrom künstlich hervorbringen. Im zweiten Abschnitte, welcher die wichtigsten Löthrohrgebläse umfasst, findet man die zweckmässigeren dieser Vorrichtungen beschrieben. Unter diesen ist es besonders das Kautschuk-Löthrohrgebläse, welches allen Anforderungen entspricht, da es die guten Eigenschaften des gewöhnlichen Löthrohrs mit anderen Vortheilen vereint und überdies den Anfänger über manche Schwierigkeiten hinweghilft.

## B. Die Löthrohrlampe.

Ihre Einrichtung geht aus Fig. 4 auf folg. Seite (ungefähr ein Drittel natürlicher Grösse) hervor. Der aus verzinntem Eisenblech oder Messing gefertigte, auswendig schwarz lackirte Lampenkasten *K*, welcher an dem senkrechten Stabe *S*, nach Lösung der Schraube *c*, auf und nieder bewegt werden kann, wird durch die — mittelst einer Schraubenkapsel *B* verschliessbare — Oeffnung *A* mit Oel gefüllt. *a* ist die Dille mit dem Docht. Rings um die Dille und Brennöffnung läuft, wie um *A*, ein Schraubenrand,

auf welchen man zum Auslöschen der Flamme und zum sicheren Verschluss des Oels eine zweite Schraubenkapsel *B* aufschraubt.

Fig. 4.

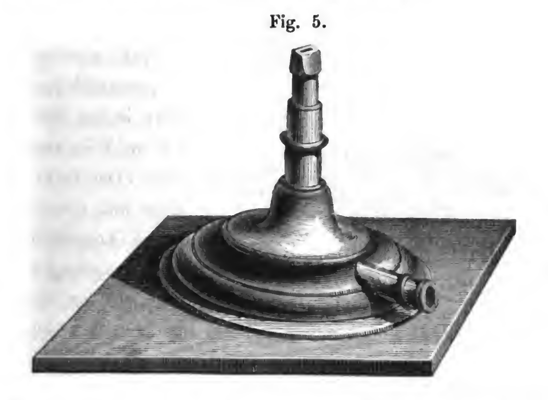



Die nähere Einrichtung der Brennöffnung und Dille ersieht man aus dem Grundrisse *a'* und aus der vorderen Ansicht *C'* (von *C* in der Hauptfigur gesehen). Der Lampenkasten *K* wird beim Gebrauche der Lampe in einer Höhe festgeschraubt, welche dem das Löthrohr haltenden und auf den Tisch gestützten Arme eine bequeme Stellung erlaubt. Raffinirtes Rüböl ist das empfehlenswertheste Brennmaterial für diese Lampe. Es giebt eine starke Hitze und sehr reine Flamme. Die Löthrohrflamme, welche man

bei Anwendung einer gewöhnlichen Wachskerze erhält, steht der einer Lampe an Grösse bedeutend nach.

Anstatt einer Oelflamme kann man sich auch der Flamme des Leuchtgases bedienen. Dies gewährt die Vortheile grösserer Reinlichkeit und Vermeidung des Russens, man ist des lästigen Dochtputzens überhoben und hat eine Flamme von mehr constanter Hitze. Wie man dieselbe am besten zum Oxydiren und Reduciren verwendet, was übrigens ganz analog wie bei der Oelflamme geschieht, wird man bald finden. Wo man daher Leuchtgas zu seiner Disposition hat, ist es rathsam, sich einen besonderen Brenner für Löthrohrversuche einzurichten. Will man demselben einen veränderlichen Platz geben, so kann man ein Brenner-Stativ anwenden, wie Fig. 5 zeigt.

Fig. 5.

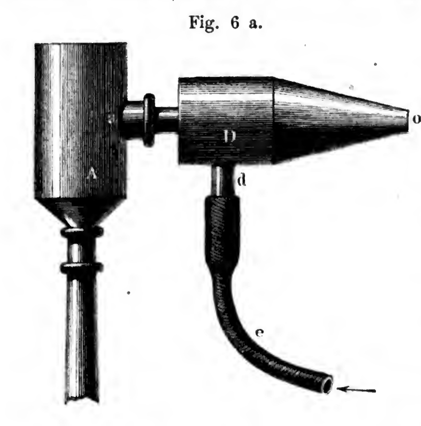


Durch die horizontale Röhre, welche mittelst eines Schlauches von vulcanisirtem Kautschuk mit der Gasleitung in Verbindung gesetzt wird, strömt das Gas in die aufrecht stehende Röhre und aus dieser durch den oben angebrachten Schlitz des Brenners.

Eine Vorrichtung, welche Löthrohr und Löthrohrlampe auf

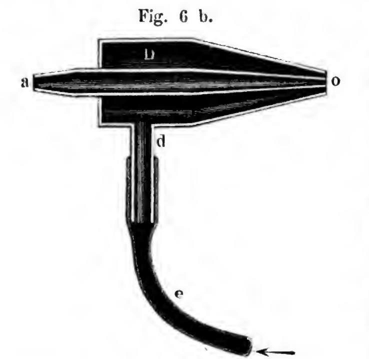
compendiöse Art zu einem Apparate vereint, ist von Frick[1]) beschrieben worden. Zunächst wurde dieselbe bloss zum Glasblasen bestimmt; allein in modificirter Art, wie Fig. 6 zeigt, lässt sie sich auch zur qualitativen Löthrohrprobe anwenden.

Fig. 6 a.




An den Windkasten *A* eines gewöhnlichen Löthrohrs wird die Vorrichtung *D* befestigt, von welcher Fig. 6 b einen Durchschnitt zeigt. Aus *A* strömt die Luft, wie bei einem gewöhnlichen Löthrohr, in das Seitenrohr *ao*, um bei *o* auszuströmen. Das Rohr *ao* ist rings mit einem cylindrisch-konischen Gehäuse umgeben, welches mittelst der Röhre *d* und des Kautschukrohres *e* mit Leuchtgas gefüllt wird. Letzteres ist genöthigt, rings um *o* — nämlich aus einer ringförmig um die innere Löthrohrspitze *o* laufenden Oeffnung — auszuströmen. Wird es hier entzündet, so bildet es mit dem

Fig. 6 b.




[1]) Dessen »Die physikalische Technik« u. s. w., S. 48.

aus *o* hervordringenden Windstrome eine lange Stichflamme. Die ganze Vorrichtung ist also nichts als ein am Löthrohr angebrachter Argand'scher Gasbrenner *en miniature*, dessen innerer Luftstrom durch das Löthrohr hervorgebracht wird. Je nachdem man mehr Leuchtgas einströmen lässt und schwächer bläst, oder weniger Leuchtgas und stärker bläst, kann man die Flamme beliebig reducirend und oxydirend machen. Ersteres gelingt leichter als letzteres. Um eine möglichst stark oxydirende Wirkung hervorzubringen, muss man die betreffende Probe noch etwas weiter von der Spitze der oxydirenden Flamme halten, als dies bei Anwendung einer Oellampe erforderlich zu seyn pflegt.

## C. Unterlagen und Befestigungsmittel für den zu erhitzenden Körper.

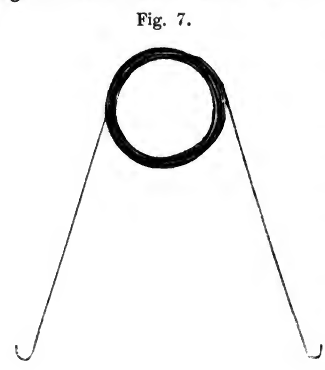
Zum Festhalten des Körpers, welcher der Löthrohrflamme ausgesetzt werden soll, bedarf man natürlich einer feuerfesten Unterlage oder eines feuerfesten Befestigungsmittels. Hierzu dienen hauptsächlich folgende Gegenstände.

1. Holzkohle. Eine vollkommen ausgekohlte, dichte und trockene Fichtenkohle ohne Astknoten und mit möglichst nahe an einander liegenden Jahresringen, deren gute Beschaffenheit man leicht durch ihren hellen Klang erkennt, wird in parallelepipedische Stücke von etwa 6 Zoll Länge und 2 Zoll Breite zersägt, und zwar so, dass die Jahresringe zweier langen Seiten (von 2 Zoll Breite) annähernd senkrecht überschnitten werden. Diese Seiten der Kohle sind es, welche man gebraucht. Der zu erhitzende Körper wird, mitunter in ein angebrachtes flaches Grübchen, nahe an den Rand der Kohle gelegt. Die anderen beiden langen Seiten der Kohle, welche mit den Jahresringen — oder vielmehr mit Tangenten derselben — parallel laufen, eignen sich nicht zum Gebrauch, weil sie, wegen ihrer ungleichförmigen Beschaffenheit, theils sehr uneben ausbrennen, theils auch sich ab-

splittern. Auf Kohle erhitzt man einen Körper, wenn man seine Reduction beabsichtigt, seine Oxydation verhindern will oder wenn die durch Berührung mit der Kohle unvermeidliche reducirende Wirkung von keinem nachtheiligen Einfluss auf die beabsichtigte Prüfung ist.

2. Platindraht, ungefähr von 0,4 Millimet. Stärke. Ein längeres Stück davon wird, wie nebenstehende Figur 7 veranschaulicht, mehrere Male im Ringe gewickelt und an seinen beiden freistehenden Enden mit angebogenen Oehren (Häkchen) versehen. Durch den Ring steckt man den Zeigefinger der linken Hand und setzt das eine Oehr, nachdem man es mit den betreffenden Stoffen gefüllt hat, der Einwirkung der Löthrohrflamme aus. Als Füllung des Oehrs dienen besonders Borax und Phosphorsalz (wovon das Nähere weiter unten angegeben werden wird), welche beim Erhitzen zu durchsichtigen Kügelchen schmelzen, in die man Stückchen oder Stäubchen des zu untersuchenden Körpers einführt, um sie auf ihr Verhalten zu den genannten Flüssen sowohl im Oxydations- als Reductionsfeuer zu prüfen. Doch ist hierbei natürlich darauf Rücksicht zu nehmen, dass man keine Substanzen einer solchen Prüfung unterwerfe, welche unter solchen Umständen zerstörend auf den Platindraht einwirken würden.

Fig. 7.

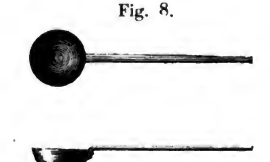


3. Platinblech. Zum Erhitzen — besonders Schmelzen — von Substanzen, welche keiner reducirenden Wirkung, wie sie auf Kohle unvermeidlich ist, ausgesetzt werden sollen. Man legt

das Platinblech (etwa 2 Zoll lang und 1 Zoll breit) entweder auf ein Stück Holzkohle oder fasst es mit einer Pincette.

4. Ein Platinlöffel von der Grösse und Form der nebenstehenden Fig. 8. Der Stiel desselben wird beim Gebrauche entweder in ein dazu construirtes — mit Schraube zum Festhalten versehenes Heft oder in einen Kork gesteckt. Man benutzt einen solchen Löffel zum Schmelzen gewisser Substanzen mit saurem schwefelsaurem Kali oder Salpeter.

Fig. 8.



5. Eine Zange mit Platinspitzen. Ihre Einrichtung (siehe Fig. 9) ist von der Art, dass die beiden Platinspitzen *a* beim

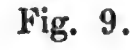


Fig. 9.




Drucke auf die beiden Knöpfchen *b b* von einander gehen. Zwischen die äussersten Enden der beiden Platinspitzen schiebt man ein Stückchen oder Splitterchen der Substanz ein, welche vor der Löthrohrflamme entweder hinsichtlich ihrer Schmelzbarkeit oder in Bezug auf die Färbung untersucht werden soll, die sie beim Erhitzen der (blauen) Löthrohrflamme ertheilt. Die ganze Zange ist 5 bis 6 Zoll lang.

6. Glasröhren, ungefähr von 6 Millimet. Durchmesser, zu Stücken von 5 bis 6 Zoll Länge zerschnitten. Sie dienen besonders zum Rösten schwefel-, arsen-, selen-, antimon- und tellurhaltiger Substanzen, welche, wenn man sie nach gewissen Regeln in der Röhre erhitzt, die Wände derselben theils verschiedenartig beschlagen, theils auch durch den sich aus der Röhre entwickelnden Geruch kenntlich werden.

7. *Glaskölbchen*, welche man leicht durch Zuschmelzen einer Glasröhre an einem ihrer Enden herstellen kann. Man giebt denselben 2½ bis 3 Zoll Länge. Sie werden gebraucht, um Substanzen, welche flüchtige Bestandtheile enthalten, unter möglichst geringem Luftzutritt zu erhitzen. Der ausgetriebene flüchtige Körper beschlägt alsdann die Wände des Kölbchens, aber nicht — wie beim Erhitzen in der Glasröhre — im oxydirten Zustande.

## D. Die Löthrohr-Reagentien.

Bei den meisten Löthrohr-Versuchen kann man sich auf die Anwendung einer sehr kleinen Anzahl von Reagentien beschränken und mit sehr geringen Quantitäten davon ausreichen. Hauptsächlich sind es nur drei Reagentien, welche in ausgedehnter Weise angewendet werden.

1. *Soda*. Wasserfreies kohlensaures Natron, welches zu gewissen Zwecken angewendet, frei von Schwefelsäure seyn muss. Die Soda dient hauptsächlich zur Beförderung der Reduction der Metalloxyde und Schwefelmetalle auf Kohle, zur Aufschliessung von Silicaten und zur Bestimmung der Löslichkeit oder Unlöslichkeit eines Körpers beim Zusammenschmelzen mit derselben.

2. *Borax*. Gereinigter Borax, durch Erhitzen vom grössten Theile seines Wassers befreit und darauf gepulvert. Beim Gebrauch taucht man das glühend gemachte Oehr des Platindrahtes in dieses Pulver und schmelzt das daran Haftende mittelst der Löthrohrflamme, welches man so oft wiederholt, bis das Oehr sich mit einem geschmolzenen — heiss und kalt vollkommen klar und farblos erscheinenden — Kügelchen gefüllt hat. Mit dem noch weichen Boraxkügelchen berührt man die zu prüfende, gepulverte Substanz, so dass eine geeignete Quantität derselben daran hängen bleibt, und auf diese Weise der Einwirkung des geschmolzenen Boraxglases vor dem Löthrohr ausgesetzt werden kann. Man beobachtet nun die Löslichkeit oder Unlöslichkeit

der Substanz, besonders aber die etwa in der Oxydations- oder Reductionsflamme entstehenden Farben der Boraxperle.

3. Phosphorsalz, das bekannte Doppelsalz von phosphorsaurem Natron und phosphorsaurem Ammoniak. Da es nicht gut unmittelbar an das Oehr des Platindrahtes festgeschmolzen werden kann (indem es, so lange noch Ammoniak und Wasser daraus entweichen, leicht abtropft), so schmelzt man es erst auf Kohle durch allmäliges Erhitzen zur Kugel (Perle) und taucht in diese das Oehr des Platindrahtes. Die Anwendung ist ganz wie beim Borax.

Ausser diesen drei Haupt-Reagentien werden in gewissen Fällen noch einige andere gebraucht, namentlich folgende: Salpeter, zu oxydirenden Schmelzungen. Saures schwefelsaures Kali, zur Austreibung und Erkennung gewisser flüchtiger Stoffe (Lithion, Borsäure, Salpetersäure, Flusssäure, Brom, Jod), sowie zur Zerlegung titansaurer, tantalsaurer und wolframsaurer Salze. Salpetersaures Kobaltoxyd, chemisch rein und in aufgelöstem Zustande, besonders zur Reaction auf Thonerde, Magnesia, Zinkoxyd, Zinnoxyd und Titansäure, welche, mit der Kobaltsolution befeuchtet und geglüht, gewisse charakteristische Farben annehmen. Kieselerde, zu verschiedenen Zwecken. Flussspath, gemengt mit einer gewissen Quantität sauren schwefelsauren Kalis, zur Entdeckung von Lithion und Borsäure. Nickeloxyd oder oxalsaures Nickeloxyd, zur Nachweisung eines grösseren Kaligehaltes in Salzen, die zugleich Natron und Lithion enthalten. Kupferoxyd, zum Auffinden von Chlor, Brom und Jod. Zinn, als Zinnfolie angewendet, zur Beförderung der Reduction einer in Borax oder Phosphorsalz gelösten Substanz. Man berührt die noch heisse, auf Kohle befindliche Perle mit der Zinnfolie, so dass etwas davon auf der Perle zurückbleibt, und bläst dann eine kurze Zeit — mehrere Secunden — möglich stark reducirend. Silber, in Form eines Bleches, zur Nachweisung von Schwefel und Schwefelsäure.

Zur Aufbewahrung der Löthrohr-Reagentien bedient man sich am besten gut verschliessbarer (mit eingeriebenen Stöpseln versehener) Glasfläschchen, welche man in einem dazu passenden Holzkästchen aufbewahrt. Für den Transport auf Reisen ist eine Vorrichtung nöthig, welche das Lockerwerden und Aufgehen der Glasstöpsel verhindert.

### E. Einige andere zu Löthrohr-Versuchen erforderliche Gegenstände.

Der Gebrauch dieser Gegenstände, von denen einige mehr bequem als unentbehrlich sind, ergiebt sich meist von selbst. Wir nennen hier daher nur: ein Hammer; ein kleiner Amboss; ein Stahlmörser (Zerkleinerungs-Apparat); ein Achatmörser; einige Feilen verschiedener Art; ein Messer; eine Scheere; ein Magnet; eine Loupe u. s. w.

---

# II.

# Die qualitative Löthrohrprobe.

---

Dieselbe besteht in der Ausführung gewisser Operationen, und in der genauen Beobachtung der dabei stattfindenden Erscheinungen, aus denen sich das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein gewisser Stoffe erkennen lässt. Jene Operationen werden am zweckmässigsten in folgender Ordnung vorgenommen: Prüfung der zu untersuchenden Substanz 1. im Glaskolben (in der an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre), 2. in der (an beiden Enden) offenen Glasröhre, 3. auf Kohle, 4. in der Platinzange, 5. in der Borax-Perle, 6. in der Phosphorsalz-Perle,

7. mit Soda. Nach Ausführung dieser Prüfungen hat man dann gewöhnlich noch 8. einige Versuche anzustellen, welche die specielle Nachweisung gewisser Stoffe zum Zwecke haben, deren Gegenwart oder Abwesenheit durch die vorhergegangenen Prüfungen nicht mit vollkommener Sicherheit dargethan werden konnte.

## 1. Prüfung im Glaskolben.

Den zuvor gereinigten und völlig ausgetrockneten Glaskolben, in welchen man eine kleine Menge der zu untersuchenden Substanz gebracht hat, erhitzt man an seinem unteren Ende zuerst schwach, am besten über einer gewöhnlichen Spirituslampe; dann allmälig stärker vor dem Löthrohre, bis zur anfangenden Erweichung des Glases. Hierbei beobachtet man:

a. Ob sich etwas sublimirt oder verflüchtigt, wie z. B. Wasser, Quecksilber, Schwefel, Selen, Tellur, Arsen. Die erstgenannten drei dieser Stoffe sind an ihrer bekannten Beschaffenheit leicht erkennbar. Erhält man ein wässeriges Sublimat, so muss man nicht versäumen, dasselbe mittelst eines eingeschobenen Streifchens von Lackmuspapier auf seine saure oder alkalische Reaction zu untersuchen. Bei Gegenwart von organischen Stoffen bildet sich eine brenzliche Flüssigkeit. Eine geringe Menge von Quecksilberbeschlag kann oft erst durch die Loupe erkannt werden; wie denn überhaupt die Anwendung der Loupe bei allen diesen Versuchen nicht ausser Acht gelassen werden darf. Selen sublimirt sich mit rother Farbe; ist viel Selen vorhanden, so dass es sich in einer dickeren Schicht absetzt, so geht die rothe Farbe nach dem unteren Theile des Glaskolbens hin in eine stahlgraue über. Tellur bringt ein graues, Arsen ein schwarzes Sublimat hervor, welches letztere sich, bei beträchtlicher Menge des Arsens, zum Theil metallisch glänzend zeigt. Durch das Nichterscheinen dieser Reactionen kann man noch nicht auf die vollkommene Abwesenheit dieser Stoffe schliessen;

namentlich können Schwefel, Selen, Tellur und Arsen sich in Verbindungen befinden, aus denen sie durch jene Erhitzung entweder gar nicht, oder doch nicht im metallischen Zustande ausgetrieben werden. Ferner ist zu berücksichtigen, dass zwei oder mehrere dieser Stoffe zusammen in einer Verbindung enthalten sein und daher gemeinschaftlich ausgetrieben und sublimirt werden können, wodurch ihre Erkennung mehr oder weniger erschwert wird. Sehr häufig ist dies mit Schwefel und Arsen der Fall. Diese geben mitunter ein Sublimat, welches an seinem unteren (der erhitzten Probe zugekehrten) Theile aus metallisch glänzendem Arsen besteht, weiter oben aber, in nach einander folgenden Partien, sich schwarz, braun, roth und gelb zeigt. Diese Farben rühren von Schwefelarsen her, welches sich eher verflüchtigt als das metallische Arsen. — Sauerstoff und Ammoniak, wenn sie durch Erhitzung aus einer Substanz entweichen, lassen sich bei dieser Probe ebenfalls erkennen; ersterer durch Einführung eines glimmenden Holzspänchens in den Glaskolben, letzteres durch Einführung eines feuchten gerötheten Lackmuspapiers. Gewöhnlich aber entweicht das Ammoniak nicht in freier Gestalt, sondern an eine Säure gebunden, in welchem Falle man ein weisses Sublimat von einem Ammoniaksalze erhält. Durch Mengung der betreffenden Substanz mit Kalk oder Soda und darauf vorgenommenes Erhitzen im Glaskolben wird das Ammoniak frei und als solches erkennbar. — Noch einige andere Stoffe, besonders Fluor, Chlor, Brom, Jod und Salpetersäure, können bei der Prüfung im Glaskolben nachgewiesen werden; da dies jedoch in den meisten Fällen nicht durch Erhitzen der betreffenden Substanzen für sich, sondern mittelst gleichzeitiger Anwendung gewisser Reagentien geschieht, so wird das Nähere hierüber im 8ten Abschnitte (Anstellung einiger Versuche, welche die specielle Nachweisung gewisser Stoffe zum Zwecke haben) angeführt werden.

b. Ob der erhitzte Körper sich in irgend einer Weise ver-

ändert, z. B. seine Farbe wechselt (und sie vielleicht beim Erkalten wieder annimmt), seine Gestalt oder seinen Aggregatzustand verändert, eine Feuererscheinung zeigt, phosphorescirt, decrepitirt u. s. w. Alle solche Fälle hier speciell durchzugehen, würde zu einer grossen Weitläufigkeit führen, und dennoch die genaueren chemischen Kenntnisse und Erfahrungen nicht entbehrlich machen, welche nothwendig jedem Löthrohr-Experimentator hülfreich zur Seite stehen müssen. —

Die Prüfung im Glaskolben giebt in vielen Fällen, wie man aus dem Vorhergehenden ersieht, keine ganz bestimmten Nachweise, sondern oftmals nur Andeutungen von dem Vorhandensein von Stoffen, welche erst durch den weiteren Verfolg der Untersuchung mit völliger Sicherheit nachgewiesen werden können. Diese Andeutungen aber sind von Wichtigkeit und erleichtern die spätere Auffindung.

## 2. Prüfung in der offenen Glasröhre.

Der zu untersuchende Körper in Pulverform wird etwa $^1/_2$ Zoll tief in die Röhre eingeschoben, und diese an der Stelle, wo der Körper liegt, allmälig erhitzt. Man hält dabei die Röhre etwas geneigt, so dass der heisse Luftstrom über den Körper hinstreicht und aufwärts durch den oberen (längeren) Theil der Röhre entweicht. Auf diese Weise wird eine Röstung (eine oxydirende Erhitzung) hervorgebracht, bei welcher verschiedene Stoffe verflüchtigt und erkennbar werden. Der Schwefel geht als schweflige Säure fort, und giebt sich als solche sehr leicht durch den bekannten stechenden Geruch zu erkennen. Selen wird hierbei fast gar nicht oxydirt, sondern setzt sich als rother bis stahlgrauer Beschlag (s. Abschnitt 1.) oberhalb des erhitzten Theiles der Glasröhre ab. Zugleich bietet der sehr charakteristische Geruch des entweichenden Selendampfes — ähnlich verfaultem Rettige — ein leichtes und sicheres Entdeckungsmittel. Arsen ver-

flüchtigt sich als arsenige Säure, Antimon als Antimonoxyd, und Tellur als tellurige Säure, welche sich alle drei als weisse Beschläge ansetzen. Der der arsenigen Säure ist sehr deutlich krystallinisch, während die beiden anderen pulverförmig erscheinen. Arsenige Säure und Antimonoxyd können von der Stelle, wo sie sich sublimirt haben, durch Erhitzen fortgetrieben werden. Bei der tellurigen Säure findet dies nur scheinbar statt: dieselbe schmilzt zu kleinen wasserhellen Tropfen, welche mitunter schon durch das unbewaffnete Auge, am sichersten aber durch die Loupe erkannt werden können.

Das Rösten muss langsam, bei allmälig gesteigerter Temperatur und gutem — durch Geneigthalten der Röhre bewirktem — Luftzuge vor sich gehen, weil sich sonst auch unoxydirte flüchtige Stoffe sublimiren können und die geröstete Substanz leicht zusammensintert. Bezweckt man eine möglichst vollständige Abröstung, so muss die Substanz, nach einige Minuten langer Behandlung in der Röhre, in einen Achatmörser geschüttet, zerrieben und darauf abermals geröstet werden. Dieses abwechselnde Rösten und Zerreiben wiederholt man so lange, bis keine flüchtigen Substanzen mehr entweichen.

### 3. Prüfung auf Kohle.

Bei der Erhitzung auf Kohle stellt man ganz ähnliche Beobachtungen an, wie bei der Behandlung im Glaskolben. Von ganz besonderer Wichtigkeit ist es, die Farben und gewisse andere Eigenschaften der Beschläge kennen zu lernen, welche einige Körper bei dieser Erhitzung auf der Kohle absetzen. Folgende Zusammenstellung, entlehnt aus Plattner's Probirkunst mit dem Löthrohre, ergiebt das Nähere hierüber.

#### a. Selen

schmilzt sehr leicht und giebt im Oxydations- und Reductionsfeuer einen braunen Rauch, sowie auch in geringer Entfernung

von der Probe einen stahlgrauen, schwach metallisch glänzenden, und in grösserer Entfernung einen dunkel grauen, ein wenig ins Violette fallenden matten Beschlag. Dieser Beschlag lässt sich mit der Oxydationsflamme ziemlich leicht von einer Stelle zur anderen treiben, und wird er mit der Reductionsflamme angeblasen, so verlässt er seine Stelle mit einem schönen azurblauen Scheine. Während Selen auf Kohle geschmolzen oder ein dabei sich gebildeter Beschlag mit der Löthrohrflamme berührt wird, ist ein starker Geruch nach verfaultem Rettige wahrzunehmen, welcher dem gasförmig und farblos entweichenden Oxyde angehört.

b. Tellur

schmilzt sehr leicht, verflüchtigt sich mit Rauch und beschlägt die Kohle im Oxydations- und Reductionsfeuer in nicht sehr grosser Entfernung von der Probe mit telluriger Säure. Der Beschlag ist weiss, hat aber eine rothe oder dunkelgelbe Kante; er lässt sich mit der Oxydationsflamme von einer Stelle zur anderen treiben, und wird er mit der Reductionsflamme angeblasen, so verschwindet er mit einem grünen, bei Gegenwart von Selen mit einem blaugrünen Scheine.

c. Arsen

verflüchtigt sich, ohne erst zu schmelzen, und beschlägt die Kohle im Oxydations- und Reductionsfeuer mit arseniger Säure. Der Beschlag ist weiss, in dünnen Lagen graulich und weit entfernt von der Stelle, auf welche die Probe gelegt wurde. Er lässt sich durch blosses Erwärmen mit der Löthrohrflamme sogleich wieder forttreiben. Bläst man ihn hastig mit der Reductionsflamme an, so verschwindet er mit einem schwachen hellblauen Scheine. Bei der Verflüchtigung ist ein starker Geruch nach Knoblauch wahrzunehmen, welcher dem Suboxyd des entweichenden Arsens eigen ist.

d. Antimon

schmilzt sehr leicht und beschlägt die Kohle im Oxydations- und Reductionsfeuer mit Oxyd. Der Beschlag ist weiss, in dünnen Lagen bläulich und weniger weit entfernt von der Probe als der Beschlag von arseniger Säure. Durch gelindes Erhitzen mit der Oxydationsflamme lässt er sich, ohne einen farbigen Schein zu geben, von einer Stelle zur anderen treiben; leitet man aber die Reductionsflamme auf ihn, so verändert er seine Lage mit einem schwach grünlich blauen Scheine. Da der Antimonoxydbeschlag nicht so flüchtig ist als der der arsenigen Säure, so lassen sich beide Beschläge auch sehr leicht von einander unterscheiden.

Wird metallisches Antimon auf Kohle geschmolzen und bis zum Rothglühen erhitzt, hierauf das Blasen unterbrochen und die Kohle mit der flüssigen Metallkugel ruhig hingestellt, so erhält sich letztere eine lange Zeit im glühenden Fluss und entwickelt dabei einen dicken weissen Rauch, welcher sich zum Theil auf der Kohle und zuletzt um die Kugel in weissen perlmutterglänzenden Krystallen anlegt. Dieses Phänomen gründet sich darauf, dass die bis zum Rothglühen erhitzte flüssige Metallkugel Sauerstoff aus der Atmosphäre absorbirt, sich Antimonoxyd bildet und dabei so viel Wärme frei wird, als nöthig ist, um das leicht schmelzbare Antimon längere Zeit, und zwar so lange, als es noch nicht mit Krystallen von Oxyd überdeckt ist, im rothglühenden Flusse zu erhalten.

e. Wismuth

schmilzt sehr leicht und beschlägt die Kohle im Oxydations- und Reductionsfeuer mit Oxyd. Der Beschlag ist in der Wärme dunkel orangegelb, nach dem Erkalten citronengelb und in dünnen Lagen blaulich weiss. Der gelbe Beschlag besteht aus reinem Wismuthoxyd und der blaulich weisse, am weitesten von der Probe entfernte Beschlag aus kohlensaurem Wismuthoxyd. Der Wis-

muthoxydbeschlag ist nicht ganz so weit entfernt von der Probe als der Antimonoxydbeschlag. Er lässt sich zwar mit jeder Löthrohrflamme von einer Stelle zur anderen treiben, weil das Wismuthoxyd auf der bis zum Glühen erhitzten Kohle reducirt, das reducirte Wismuth sofort wieder verflüchtigt und dabei von Neuem oxydirt wird: er besitzt aber nicht die Eigenschaft, seine Stelle im Reductionsfeuer mit einem farbigen Scheine zu verlassen.

f. Blei

schmilzt leicht und beschlägt die Kohle im Oxydations- und Reductionsfeuer mit Oxyd in demselben Abstande von der Probe wie Wismuth. Der Beschlag ist in der Wärme dunkel citrongelb, nach dem Erkalten schwefelgelb und in dünnen Lagen blaulich weiss. Der gelbe Beschlag besteht aus reinem Bleioxyd und der blaulich weisse aus kohlensaurem Bleioxyd. Wird der gelbe Beschlag mit der Oxydationsflamme erhitzt, so verändert er seine Stelle aus demselben Grunde wie Wismuthoxyd und ohne einen farbigen Schein zu geben; wendet man aber die Reductionsflamme an, so verlässt er seine Stelle mit einem azurblauen Scheine.

g. Kadmium

schmilzt leicht, entzündet sich im Oxydationsfeuer, brennt mit dunkelgelber Flamme und braunem Rauche, wobei die Kohle ziemlich nahe an der Probe mit Oxyd beschlagen wird. Dieser Beschlag zeigt seine ihm eigenthümliche Farbe am deutlichsten nach völliger Abkühlung; sie ist rothbraun, in dünnen Lagen orangegelb. Der Kadmiumoxydbeschlag lässt sich, da das Kadmiumoxyd ziemlich leicht reducirbar und das Metall flüchtig ist, mit jeder Flamme forttreiben, giebt aber dabei keinen farbigen Schein. Von der äussersten Gränze des Beschlags an erscheint die Kohle bisweilen pfauenschweifig bunt angelaufen.

h. Zink

schmilzt leicht, entzündet sich im Oxydationsfeuer, verbrennt mit einer stark leuchtenden, grünlich weissen Flamme und einem dicken weissen Rauche, wobei die Kohle mit Oxyd beschlagen wird. Der Beschlag befindet sich ziemlich nahe an der Probe; er ist in der Wärme gelb und nach völligem Erkalten weiss. Erhitzt man ihn mit der Oxydationsflamme, so leuchtet er, lässt sich aber nicht verflüchtigen, weil die glühende Stelle der Kohle, auf welcher er liegt, nicht hinreichend ist, eine Reduction zu bewirken. Selbst bei Anwendung der Reductionsflamme geschieht die Verflüchtigung nur langsam.

i. Zinn

schmilzt leicht, bedeckt sich im Oxydationsfeuer mit Oxyd, welches mechanisch fortgeblasen werden kann; im Reductionsfeuer bekommt das geschmolzene Metall eine blanke Oberfläche und beschlägt die Kohle mit Oxyd. Der Beschlag ist in der Wärme schwach gelb und ziemlich stark leuchtend, wenn die Oxydationsflamme auf ihn gerichtet wird; unter der Abkühlung nimmt er aber eine weisse Farbe an. Er befindet sich so nahe an der Probe, dass er sich unmittelbar an dieselbe anschliesst. Er ist in keiner Flamme zu verflüchtigen.

k. Molybdän (in Pulverform)

kann vor dem Löthrohr nicht geschmolzen werden; wird es aber mit der äusseren Flamme erhitzt, so oxydirt es sich nach und nach und beschlägt die Kohle in geringer Entfernung von der Probe mit Molybdänsäure, die sich an manchen Stellen, und vorzüglich zunächst der Probe, in durchsichtigen Krystallschuppen, ausserdem aber pulverförmig absetzt. Der Beschlag besitzt, so lange er heiss ist, eine gelbliche Farbe, wird aber unter der Abkühlung weiss. Die Krystallschuppen bilden sich am schönsten,

je weiter man die Probe von der Spitze der blauen Flamme entfernen und heiss genug erhalten kann. Die auf der Kohle sowohl krystallinisch als pulverförmig ausgebreitete Molybdänsäure kann zwar mit jeder Löthrohrflamme weiter getrieben werden, aber die Stelle, welche sie verlässt, erscheint nach völligem Erkalten dunkel kupferroth und metallisch glänzend von zurückgebliebenem Molybdänoxyd, welches durch Reduction der mit der glühenden Kohle in Berührung gekommenen Molybdänsäure gebildet worden ist und sich nicht verflüchtigen lässt. Im Reductionsfeuer ist das metallische Molybdän unveränderlich.

l. Silber,

für sich in einem kräftig wirkenden Oxydationsfeuer anhaltend flüssig erhalten, beschlägt die Kohle ganz schwach dunkelroth mit Oxyd. In Verbindung mit wenig Blei entsteht anfangs ein gelber Beschlag von Bleioxyd, später aber, wenn das Silber reiner von Blei wird, färbt sich die Kohle ausserhalb des gelben Beschlags dunkelroth. Enthält das Silber wenig Antimon, so entsteht zuerst ein weisser Beschlag von Antimonoxyd, der sich aber bei fortgesetztem Blasen röthet. Enthält das Silber wenig Blei und Antimon zugleich, so entsteht, nachdem der grösste Theil des Bleies und des Antimons verflüchtigt ist, ein starker carmoisinrother Beschlag. Einen solchen Beschlag erhält man zuweilen bei der Prüfung reicher Silbererze für sich auf Kohle.

m. Schwefel-, Chlor-, Brom- und Jod-Metalle.

Bei Löthrohrversuchen hat man es nicht immer mit reinen Metallen zu thun, die sich, wenn sie nicht ganz feuerbeständig sind, bei ihrer Verflüchtigung auf Kohle durch den Beschlag erkennen lassen, sondern zuweilen auch mit Verbindungen, die einen weissen Beschlag auf Kohle absetzen, der sich mit der Oxydationsflamme wieder forttreiben lässt und sehr häufig Aehnlichkeit mit einem Antimonoxydbeschlag hat. Dahin gehören von den

Schwefelmetallen Schwefelkalium und Schwefelnatrium, welche, während sie aus schwefelsauren Alkalien auf Kohle im Reductionsfeuer gebildet werden, einen weissen, nicht sehr flüchtigen Beschlag geben, der aus neutralem schwefelsauren Kali besteht. Ein solcher Beschlag bildet sich jedoch nicht eher, als bis alles schwefelsaure Alkali in die Kohle gedrungen ist und seinen Gehalt an Sauerstoff abgegeben hat. Da sich hierbei Schwefelkalium flüchtiger zeigt als Schwefelnatrium, so bekommt man von ersterem eher einen Beschlag als von letzterem, und diesen auch von einer dickeren Lage. Wird ein solcher Beschlag mit der Reductionsflamme berührt, so verschwindet er, wenn er aus schwefelsaurem Kali besteht, mit einem blauvioletten Scheine, und wenn er aus schwefelsaurem Natron besteht, mit einem röthlich gelben Scheine. Schwefellithium, aus schwefelsaurem Lithion auf Kohle im Reductionsfeuer gebildet, verflüchtigt sich bei starkem Feuer zwar ebenfalls, aber noch schwerer als Schwefelnatrium, und giebt auch keinen rein weissen, sondern einen graulich weissen dünnen Beschlag, der, wenn er mit der Reductionsflamme angeblasen wird, mit einem carminrothen Scheine verschwindet. Von den Schwefelmetallen gehören noch hierher: Schwefelblei und Schwefelwismuth. Diese beiden Schwefelmetalle geben sowohl im Oxydations- als Reductionsfeuer zwei verschiedene Beschläge, von denen der flüchtigste von weisser Farbe ist, und vom Schwefelblei aus schwefelsaurem Bleioxyd, dagegen vom Schwefelwismuth aus schwefelsaurem Wismuthoxyd besteht. Wird ein solcher Beschlag mit der Reductionsflamme angeblasen, so verschwindet ersterer mit einem blaulichen Scheine, letzterer ohne einen Schein zu geben. Derjenige Beschlag, welcher der Probe am nächsten ist, besteht aus dem Oxyde des in der Probe befindlichen Metalles und giebt sich durch seine Farbe, sowohl in noch heissem Zustande, als auch nach der Abkühlung zu erkennen. Es giebt zwar noch mehrere Schwefelmetalle, von welchen sich bei der Behandlung auf Kohle im Löthrohrfeuer

ein mehr oder weniger starker weisser Beschlag bildet, zum Beispiel Schwefelantimon, Schwefelzink und Schwefelzinn; allein ein solcher Beschlag besteht bloss aus dem Oxyde des Metalles und zeigt sich bei der Behandlung mit der Oxydationsflamme entweder flüchtig oder feuerbeständig.

Unter den Chlormetallen besitzen mehrere die Eigenschaft, wenn sie auf Kohle mit der Löthrohrflamme erhitzt werden, sich zu verflüchtigen und einen weissen Beschlag abzusetzen; es gehören dahin folgende: Chlorkalium, Chlornatrium, Chlorlithium, welche sich erst verflüchtigen und einen schwachen, der Probe nahe liegenden Beschlag geben, nachdem sie im geschmolzenen Zustande in die Kohle gedrungen sind (Chlorkalium giebt den stärksten und Chlorlithium den schwächsten Beschlag, auch ist letzterer nicht rein weiss, sondern graulich weiss); Chlorammonium, Chlorquecksilber, Chlorantimon, welche sich verflüchtigen, ohne erst zu schmelzen; Chlorzink, Chlorkadmium, Chlorblei, Chlorwismuth, Chlorzinn, welche erst schmelzen und dann zwei Beschläge geben, nämlich: einen weissen flüchtigen von dem Chlormetalle, und einen weniger flüchtigen von dem Oxyde des Metalles. Werden die Beschläge von den genannten Chlormetallen mit der Reductionsflamme angeblasen, so verschwinden sie zum Theil mit einem farbigen Scheine; vom Chlorkalium ist er blaulich, ins Violette geneigt, vom Chlornatrium röthlich gelb, vom Chlorlithium carminroth und vom Chlorblei blau, die übrigen verschwinden, ohne einen Schein zu geben. Chlorkupfer schmilzt ebenfalls und färbt dabei die Flamme intensiv azurblau. Auch bemerkt man, dass sich bei fortgesetztem Blasen ein Theil der Probe mit einem weissen Rauche verflüchtigt, der stark nach Chlor riecht, und ein anderer Theil auf der Kohle drei an Farbe verschiedene Beschläge bildet, von denen derjenige, welcher der Probe am nächsten ist, dunkelgrau, der weiter entfernte dunkelgelb bis braun und der am weitesten entfernte blaulich weiss erscheint. Wird

ein solcher Beschlag mit der Reductionsflamme angeblasen, so verändert er zum Theil seine Lage mit einem azurblauen Scheine.

Von den Brom- und Jodmetallen, welche sich auf Kohle ganz ähnlich verhalten, wie die Chlormetalle, verdienen hier besonders Bromkalium, Bromnatrium, Jodkalium und Jodnatrium genannt zu werden. Dieselben schmelzen auf Kohle, ziehen sich dann hinein und verflüchtigen sich darauf mit einem weissen Rauche, der zum Theil, ziemlich weit von der Probe entfernt, einen Beschlag auf der Kohle bildet. Ein solcher Beschlag, wenn er mit der Reductionsflamme berührt wird, verschwindet mit einem farbigen Scheine, der vom Brom- und Jodkalium blaulich, ins Violette sich ziehend, und vom Brom- und Jodnatrium röthlich gelb gefärbt ist.

### 4. Prüfung in der Platinzange.

Hat man sich durch vorläufige Versuche davon überzeugt, dass der zu untersuchende Körper im erhitzten Zustande Platin nicht angreift (chemisch verändert), so bringt man ein kleines Stückchen davon — am besten ein Splitterchen — in die Platinzange und erhitzt es mit der Spitze der Oxydationsflamme. Bei Substanzen, welche unter diesen Umständen das Platin angreifen, geschieht die Erhitzung auf Kohle, bei leicht schmelzbaren im Oehre des Platindrahts. Nicht allein, dass man hierdurch Aufschluss über die Schmelzbarkeit erhält, sondern man erlangt auch Gewissheit hinsichtlich des Vorhandenseins gewisser Körper, welche unter diesen Umständen der blauen Löthrohrflamme eine mehr oder weniger deutliche Färbung ertheilen. Bei einigen dieser Körper ist die Färbung gelb, bei anderen violett, carminroth, grün oder blau. Plattner, in seinem citirten Werke, theilt hierüber folgendes Nähere mit.

#### a. Gelb.

Natron und dessen Salze, wenn sie auf Platindraht in der

Spitze der blauen Flamme geschmolzen werden, besitzen die Eigenschaft, die äussere Flamme zu vergrössern und dieselbe intensiv röthlich gelb zu färben. Eine beigemengte grosse Menge anderer Salze, deren Basen die äussere Flamme ebenfalls, jedoch nicht so intensiv färben, wie Natron, hebt diese Eigenschaft nicht auf. Das Verhalten auf Kohle s. S. 30. Natronhaltige Silicate, wenn kleine Splitter derselben in der Pincette mit der Spitze der blauen Flamme erhitzt oder geschmolzen werden, vergrössern die äussere Flamme mehr oder weniger, je nachdem sie leicht- oder strengflüssig sind und mehr oder weniger Natron enthalten, und färben dieselbe röthlich gelb. Diese Färbung bleibt bei fortgesetztem Blasen entweder sich gleich oder sie wird noch intensiver.

b. Violett.

Kali, so wie die meisten seiner Salze (bor- und phosphorsaures Kali ausgenommen), wenn sie auf Platindraht in der Spitze der blauen Flamme geschmolzen werden, färben die äussere Flamme deutlich violett. Ist jedoch einem solchen Salze nur eine äusserst geringe Menge eines Natronsalzes beigemischt, so wird diese Reaction in so weit verändert, dass man zwar in der Nähe der Probe noch recht deutlich eine schwache violette Färbung wahrnehmen kann, weiter entfernt sich aber eine intensiv röthlich gelbe Färbung vom Natron zeigt. Beträgt die Beimischung eines Natronsalzes schon einige Procente, so wird die Reaction auf Kali ganz unterdrückt, indem dann nur eine röthlich gelbe Färbung wahrgenommen werden kann. Auch wird die Reaction auf Kali unterdrückt, wenn dem Salz ein Lithionsalz in nicht ganz geringer Menge beigemengt ist. Das Verhalten einiger Kalisalze auf Kohle s. S. 30 u. ff. Silicate, welche ziemlich viel Kali enthalten, bringen nur in solchen Fällen eine deutlich violette Färbung in der äusseren Flamme hervor, wenn sie völlig frei von Natron und Lithion sind und ziemlich leicht an den Kanten geschmolzen werden können.

c. Roth.

Es giebt drei Körper, welche der äusseren Löthrohrflamme eine rothe Farbe ertheilen, nämlich: Lithion, Strontian und Kalk. Das Roth ist carminroth.

α. Lithion. Lithion und dessen Salze, wenn sie auf Platindraht in der Spitze der blauen Flamme geschmolzen werden, färben die äussere Flamme schön und stark carminroth; am stärksten färbt Chlorlithium. Beträchtliche Beimengungen von Kalisalzen verhindern diese Färbung nicht, sie bekommt höchstens einen Schein ins Violette; dagegen sind schon kleine Mengen von einem Natronsalze im Stande, die carminrothe Färbung in eine gelblich rothe umzuändern. Ist die Beimischung eines Natronsalzes bedeutend, so entsteht nur eine stark röthlich gelbe Färbung die sich kaum mehr von der reinen Natronfärbung unterscheiden lässt. Das Verhalten einiger Lithionsalze auf Kohle s. S. 30 ff.

Manche lithionhaltige Mineralien, wenn dieselben in der Pincette mit der Spitze der blauen Flamme geschmolzen werden, bringen in der äusseren Flamme eine rothe Färbung hervor. Dahin gehört hauptsächlich der Glimmer von Altenberg und Zinnwald, welcher die äussere Flamme sehr intensiv färbt; diese Färbung vermindert sich jedoch an Intensität, sobald das dünne Blättchen so weit geschmolzen ist, dass es mit der Löthrohrflamme nicht recht flüssig mehr erhalten werden kann. Auch giebt es Mineralien, welche ausser der rothen Färbung vom Lithion nebenbei noch eine andere hervorbringen, und zwar so, dass beide Farben entweder getrennt oder gemischt erscheinen. Wird z. B. von gepulvertem Triphyllin (phosphorsaurem Lithion-, Eisen- und Manganoxydul) eine ganz kleine Menge in dem Oehr eines Platindrahtes mit der Spitze der blauen Flamme zusammengeschmolzen, so entsteht in der äusseren Flamme ein carminrother Streif vom Lithion, welcher mit einer grünen Hülle, von der Phosphorsäure herrührend (s. weiter unten) umgeben ist. In der Pincette ist diese Reaction schwer zu bemerken, weil der Triphyl-

lin zu leicht schmilzt. Wird vom Amblygonit aus Cursdorf, dessen Hauptbestandtheile phosphorsaures Lithion und phosphorsaure Thonerde sind, eine kleine Probe in der Pincette mit der Spitze der blauen Flamme geschmolzen, so entsteht in der äusseren Flamme eine gelblich rothe Flamme, die mit einer röthlich gelben Hülle, von einem Gehalt an Natron herrührend, umgeben ist. Diese Färbung dauert auch fort, so lange man den geschmolzenen Theil flüssig erhalten kann.

Lithionhaltige Silicate, welche für sich keine rothe Färbung in der äusseren Flamme hervorbringen, zeigen, nach Turner, eine solche, wenn sie mit Flussspath und doppelt schwefelsaurem Kali, wie es bei der Probe auf Lithion (s. unten unter 8) angegeben werden soll, auf Platindraht mit der Spitze der blauen Flamme geschmolzen werden.

*β.* Strontian. Chlorstrontium auf Platindraht in der blauen Flamme geschmolzen, bringt sogleich eine intensiv rothe Färbung in der äusseren Flamme hervor.

Manche andere Strontianerdesalze, wie z. B. kohlensaurer Strontian (Strontianit) und schwefelsaurer Strontian (Cölestin), färben, wenn sie in der Pincette der Spitze der blauen Flamme ausgesetzt werden, die äussere Flamme anfangs schwach gelblich, später aber carminroth. Die Gegenwart von Baryt hebt die Reaction des Strontians auf.

*γ.* Kalk. Chlorcalcium färbt die äussere Flamme roth, jedoch nicht so intensiv, wie Chlorstrontium. Die meisten reinen Kalkspäthe und dichten Kalksteine bringen anfangs eine schwach gelbliche Färbung in der äusseren Flamme hervor, später aber, wenn die Kohlensäure entfernt ist, tritt eine rothe Färbung ein, die jedoch weniger intensiv ist, wie vom Strontian. Die Gegenwart von Baryt hebt die Reaction auf Kalk auf, worauf wir unten beim Baryt wieder zurückkommen werden. Flussspath färbt, während er schmilzt, die äussere Flamme eben so roth wie reiner Kalkspath. Gyps und Anhydrit bewirken anfangs nur eine

schwach gelbliche Färbung, später aber eine wenig intensiv rothe. Phosphorsaurer und borsaurer Kalk bringen keine rothe, sondern eine grüne Färbung hervor.

Von den Silicaten bringt nur der Tafelspath eine dem Kalk angehörige, schwach rothe Färbung in der äusseren Flamme hervor.

d. Grün.

Es giebt sechs Körper, welche in der äusseren Löthrohrflamme eine grüne Färbung verursachen; diese sind: Baryt, Molybdänsäure, Kupferoxyd, tellurige Säure, Phosphorsäure und Borsäure.

*α.* Baryt. Chlorbaryum in dem Oehr eines Platindrahtes mit der Spitze der blauen Flamme flüssig erhalten, bewirkt in der äusseren Flamme eine grüne Färbung, die anfangs nur blassgrün erscheint, später aber intensiv gelblich grün wird. Die Färbung fällt auch hier am schönsten aus, wenn man nur sehr wenig von diesem Salze zur Probe verwendet. Kohlensaurer Baryt (Witherit) und schwefelsaurer Baryt (Schwerspath) färben, wenn sie in der Pincette mit der Spitze der blauen Flamme stark erhitzt werden, die äussere Flamme ebenfalls gelblich grün, jedoch nicht ganz so intensiv wie Chlorbaryum. Durch die Gegenwart von Kalk wird die Reaction des Baryts nicht aufgehoben; als Beispiel dient der Barytocalcit, welcher aus kohlensaurem Baryt und kohlensaurem Kalk besteht. Dieses Minera bringt in der äusseren Flamme nur eine gelblich grüne Färbung hervor; man bemerkt indessen bei länger fortgesetztem Blasen, dass zuweilen das Ende der Flamme auch röthlich gefärbt wird.

*β.* Molybdänsäure. Molybdänsäure oder auch Molybdänoxyd an das befeuchtete Oehr eines Platindrahtes gehängt und mit der Spitze der blauen Flamme erhitzt, färben, während sich Molybdänsäure verflüchtigt, die äussere Flamme gelblich grün, ganz ähnlich wie Baryt. Erhitzt man von einem dünnen Blättchen des natürlichen Schwefelmolybdäns (Molybdänglanzes),

welches man mit der Pincette fest hält, die eine scharfe Kante mit der Spitze der blauen Flamme, so wird, ohne dass eine Schmelzung erfolgt, die äussere Flamme von sich bildender Molybdänsäure sogleich gelblich grün gefärbt.

γ. Kupferoxyd. Kupferoxyd, sowohl für sich, als auch in Verbindung mit einigen Säuren, die selbst keine Färbung verursachen, bringt in der äusseren Flamme eine smaragdgrüne Färbung hervor, z. B. kohlensaures, essigsaures, salpetersaures und schwefelsaures Kupferoxyd. Metallisches Kupfer, wenn es bei der Behandlung auf Kohle mit der Löthrohrflamme nicht ganz vor dem Zutritt der atmosphärischen Luft geschützt ist, oxydirt sich auf der Oberfläche und bringt in der äusseren Flamme eine smaragdgrüne Färbung hervor. Die Verbindung des Kupfers mit Jod verursacht ebenfalls eine sehr intensiv smaragdgrüne Färbung in der äusseren Flamme. Bleierze, welche Kupfer enthalten, färben die äussere Flamme in der Mitte blau, vom Blei (s. weiter unten), und im äusseren Umkreise, vorzüglich nach dem Ende der Flamme hin, smaragdgrün. Silicate, welche Kupferoxyd enthalten, färben, wenn sie in der Pincette mit der Spitze der blauen Flamme erhitzt werden, die äussere Flamme zuweilen sehr intensiv smaragdgrün, wie z. B. Dioptas und Kieselmalachit. Dieselbe Färbung erfolgt auch, wenn Kupferoxyd einen wesentlichen und nur den färbenden Bestandtheil ausmacht, wie z. B. im Kalait.

δ. Tellurige Säure. Wird tellurige Säure an das befeuchtete Oehr eines Platindrahtes gehängt und hierauf in der Spitze der blauen Flamme erhitzt, so schmilzt sie, raucht und färbt dabei die äussere Flamme grün. Wird die bei der Behandlung eines Tellurerzes auf Kohle abgesetzte tellurige Säure mit der blauen Flamme angeblasen, so verschwindet sie mit einem grünen oder, bei Gegenwart von Selen, mit einem blau grünen Scheine (S. 25).

ε. Phosphorsäure. Nach Fuchs und Erdmann brin-

gen Phosphorsäure, phosphorsaure Salze und Phosphorsäure enthaltende Mineralien, theils für sich allein, theils erst nach dem Befeuchten mit Schwefelsäure, eine blaugrüne Färbung in der äusseren Flamme hervor. Diese Reaction ist so sicher, dass man bei gehöriger Vorsicht noch sehr kleine Mengen Phosphorsäure in Mineralien entdecken kann, wenn man solche im gepulverten Zustande mit Schwefelsäure befeuchtet, die teigige Masse in das Oehr eines Platindrahtes streicht und mit der Spitze der blauen Flamme erhitzt. Dasselbe gilt auch für Salze, welche für sich vielleicht wegen eines Gehaltes an Natron oder eines anderen intensiv färbenden Bestandtheils nicht auf Phosphorsäure reagiren. Enthalten die Salze Wasser, so muss man dasselbe erst auf Kohle durch Glühen oder Schmelzen einer kleinen Probe mit Hülfe der Löthrohrflamme entfernen und hierauf die entwässerte Probe pulverisiren, mit Schwefelsäure befeuchten und auf Platindraht der blauen Flamme aussetzen. Enthält ein solches Salz Natron, so wird zu der Zeit, wo durch Einwirkung der Schwefelsäure die gebundene Phosphorsäure frei wird, die äussere Flamme zwar ganz deutlich blaugrün gefärbt, später erfolgt aber eine intensiv röthlich gelbe Färbung vom Natron. Da die blaulich grüne Färbung bisweilen nur kurze Zeit dauert, so muss man, so wie man die Probe der Spitze der blauen Flamme nähert, von dieser Zeit an sogleich beobachten, ob diese äussere Flamme blaulich grün gefärbt wird oder nicht. — Phosphorsaures Bleioxyd, sowie Grün- und Braun-Bleierz, färben für sich den äusseren Saum der vom Bleioxyd blau gefärbten Flamme ausdauernd grün.

ζ. Borsäure. Natürliche und künstliche Borsäure färbt, wenn sie in dem Oehre eines Platindrahtes mit der Spitze der blauen Flamme geschmolzen wird, die äussere Flamme hochgelblich grün (zeisiggrün). Ist jedoch diese Säure nicht ganz frei von Natron, so entsteht in der äusseren Flamme eine grüne Farbe, die mit mehr oder weniger Gelb gemischt ist. Borax bringt für sich allein keine grüne, sondern wegen seines Natrongehaltes

eine gelbe Färbung hervor. Wird dieses Salz aber nach dem Schmelzen, zur Entfernung seines Wassergehaltes, und dem darauf folgenden Pulverisiren, mit Schwefelsäure befeuchtet, der Spitze der blauen Flamme ausgesetzt, so erfolgt auf kurze Zeit eine intensiv grüne Färbung; diese ändert sich aber sogleich wieder in eine gelbe um, sobald das Salz zerlegt und keine freie Schwefelsäure mehr vorhanden ist. Die Borsäure enthaltenden Mineralien, wenn sie im fein gepulverten Zustande, mit Schwefelsäure befeuchtet, in dem Oehre eines Platindrahtes mit der Spitze der blauen Flamme erhitzt werden, verursachen fast alle eine grüne Färbung in der äusseren Flamme. Ein anderes und zwar sehr sicheres Verfahren zur Entdeckung der Borsäure in Mineralien durch die zeisiggrüne Färbung der äusseren Flamme ist von Turner vorgeschlagen worden (s. unten unter 8).

e. Blau.

Es giebt einige Körper, welche, wenn sie mit der blauen Flamme erhitzt oder geschmolzen werden, die äussere Flamme blau färben; dies sind folgende: Arsen, Antimon, Blei, Selen und die Verbindungen des Kupfers mit Chlor und Brom.

*α.* Arsen. Metallisches Arsen und solche Arsenmetälle, von denen die mit dem Arsen verbundenen selbst keine Färbung in der äusseren Flamme verursachen, wie z. B. Rothnickelkies, Speisskobalt etc., umgeben sich mit einem hellblauen Scheine, wenn sie auf Kohle mit der blauen Flamme erhitzt werden. Wird der dabei auf der Kohle entstehende Beschlag von arseniger Säure, welcher sehr flüchtig ist, mit der blauen Flamme hastig angeblasen, so bemerkt man ganz deutlich, dass er ebenfalls mit einem hellblauen Schein verschwindet (S. 25). Werden arsensaure Salze, deren Basen selbst keine Färbung in der äusseren Flamme hervorbringen, wie z. B. Nickelblüthe, Kobaltblüthe, Eisensinter etc., in der Pincette der Spitze der blauen Flamme ausgesetzt, so wird die äussere Flamme intensiv hellblau

gefärbt. In manchen Fällen findet auch eine blaue Färbung statt, wenn die Basis ebenfalls eine Färbung verursacht, z. B. bei arsensaurem Kalk (Pharmakolith).

β. Antimon. Wird metallisches Antimon auf Kohle innerhalb der blauen Flamme geschmolzen, so umgiebt sich die flüssige Metallkugel mit einem kaum merklich blau gefärbten Scheine; wird aber der dabei entstehende weisse Beschlag von Antimonoxyd mit der blauen Flamme angeblasen, so verschwindet er mit einem grünlich blauen Scheine (S. 26).

γ. Blei. Schmelzt man metallisches Blei auf Kohle innerhalb der blauen Flamme, so umgiebt sich das flüssige Metall mit einem azurblauen Scheine, während die Kohle mit Bleioxyd beschlagen wird. Erhitzt man einen solchen Beschlag mit der blauen Flamme, so wird er mit einem azurblauen Scheine weiter getrieben (S. 27). Bleisalze, von welchen die Säuren nicht selbst eine intensive Färbung in der äusseren Flamme hervorbringen, färben, wenn sie entweder auf Platindraht oder in der Pincette mit der Spitze der blauen Flamme geschmolzen werden, die äussere Flamme intensiv azurblau.

δ. Selen. Wird Selen auf Kohle innerhalb der blauen Flamme geschmolzen, so verflüchtigt es sich mit einem intensiv azurblauen Scheine. Ebenso verhält sich auch ein auf Kohle gebildeter Beschlag von Selen (S. 25).

ε. Chlorkupfer. Natürliches oder künstliches Chlorkupfer, wenn es auf Platindraht mit der blauen Flamme stark erhitzt wird, färbt die äussere Flamme anfangs intensiv azurblau, später aber grün von gebildetem Kupferoxyd.

ζ. Bromkupfer. Behandelt man Bromkupfer auf dieselbe Weise wie Chlorkupfer, so wird die äussere Flamme anfangs grünlich blau und später grün von gebildetem Kupferoxyd gefärbt.

Anmerkung. Die Prüfung auf Kohle und in der Platinzange giebt zugleich Aufschlüsse über die Schmelzbarkeit der

zu untersuchenden Substanz. Man hat hierbei folgende Grade der Schmelzbarkeit zu unterscheiden. 1) Leicht schmelzbar; wobei zu berücksichtigen, wenn der Versuch auf Kohle geschieht, ob die geschmolzene Masse von der Kohle eingesogen wird, sich darauf ausbreitet oder als kugelförmige Masse darauf stehen bleibt. 2) Schwer zur Kugel schmelzbar. 3) Mehr oder weniger leicht an den Kanten schmelzend. 4) Unschmelzbar. Ferner muss man zugleich beobachten: ob der schmelzende Körper ruhig oder unter Aufbrausen (Blasenwerfen) schmilzt, ob die geschmolzene Masse durchsichtig ist und bei der Abkühlung klar bleibt, u. s. w.

### 5. Prüfung in der Boraxperle.

Da diese Art der Prüfung vorzugsweise zur Erkennung von Metalloxyden dient, so kommt es bei derselben zunächst darauf an, die in dem zu prüfenden Körper etwa vorhandenen unoxydirten Metalle durch einen Röstprocess in Oxyde umzuwandeln. Metalle, welche an Schwefel, Arsenik u. s. w. gebunden sind, lösen sich nicht allein schwierig in Borax, sondern zeigen hierbei auch ein von dem der Oxyde mehr oder weniger abweichendes Verhalten. Das Rösten der gepulverten Substanz geschieht auf Kohle oder in der Glasröhre. Es muss, wenn eine möglichst vollständige Oxydation sowie Verflüchtigung von Schwefel, Arsenik u. s. w. erreicht werden soll, einige Male wiederholt werden. Vor jeder neuen Röstung wird die geröstete Substanz von Neuem im Achatmörser zerrieben. Bei Schwefel- und Arsenikmetallen bedient man sich mit Vortheil einer abwechselnden oxydirenden und reducirenden Röstung. Letztere wird bewirkt durch Mengen des gepulverten Körpers mit Kohlen- oder Graphitstaub und darauf folgendes Abrösten in der Glasröhre oder auf Kohle. Ganz dasselbe gilt von der

## 6. Prüfung in der Phosphorsalzperle.

Bei dieser wie bei der vorhergehenden Prüfung kommt es auf die genaue Beobachtung der Farben an, welche die Perlen im heissen Zustande, während der Abkühlung und nach dem Erkalten zeigen, und zwar sowohl in der Oxydations-, als in der Reductionsflamme. Perlen, in denen gewisse oxydirte Stoffe aufgelöst worden sind, besitzen die Eigenschaft, durch rasch abwechselndes stärkeres und schwächeres Anblasen mittelst der Löthrohrflamme trübe oder undurchsichtig zu werden. Diese Art des Anblasens nennt man Flattern. Dasselbe kann gewöhnlich auch durch ein langsames und schwaches Erhitzen der zuvor erkalteten Perle ersetzt werden. Auch tritt die Trübung der Perlen durch vermehrten Zusatz der betreffenden Stoffe zuletzt von selbst ein.

Die folgende Zusammenstellung des Verhaltens von Metalloxyden und gewissen Metallsäuren bei ihrer Prüfung mit Borax und Phosphorsalz ist aus dem Plattner'schen Werke entnommen. Es erschien jedoch zweckmässig, dieser Zusammenstellung (Tabelle II.) eine Tabelle (I.) vorangehen zu lassen, die nach den Farben geordnet ist, welche die gedachten Stoffe der Borax- und Phosphorsalzperle ertheilen. Hierdurch wird dem Anfänger eine wesentliche Hülfe zur schnellen Orientirung geboten. Die den einzelnen Metalloxyden und Metallsäuren beigefügten Zahlen geben an, wo man das Nähere ihres Verhaltens in der Tabelle II. angeführt findet. Die Alkalien wurden aus beiden Tabellen, die Erden aus der Tabelle II. weggelassen, weil diese beiden Gruppen von Oxyden farblose — die Erden zum Theil, unter gewissen Umständen, weisse undurchsichtige — Perlen geben.

# TABELLEN.

# Tabelle I.

## A. Borax.

1) Oxydirende Flamme.

| Farben der Perlen. | Substanzen, welche diese Farben in der heissen Perle zeigen. | | Substanzen, welche diese Farben in der kalten Perle zeigen. | |
|---|---|---|---|---|
| Farblos. | Kieselerde | Auch bei starker Sättigung. [Kieselerde – Niobige Säure (27)] | Kieselerde | |
| | Thonerde | | Thonerde | |
| | Zinnoxyd (11) | | Zinnoxyd (11) | |
| | Tellurige Säure (34) | | Tellurige Säure (34) | Durch Flattern unklar (weiss). [Tellurige Säure (34) – Kadmiumoxyd (9)] |
| | Baryterde | | Baryterde | |
| | Strontianerde | | Strontianerde | |
| | Kalkerde | | Kalkerde | |
| | Talkerde | | Talkerde | |
| | Beryllerde | | Beryllerde | |
| | Yttererde | | Yttererde | |
| | Zirkonerde | | Zirkonerde | |
| | Thorerde | | Thorerde | |
| | Lanthanoxyd (2) | | Lanthanoxyd (2) | |
| | Silberoxyd (16) | | Silberoxyd (16) | |
| | Tantalsäure (25) | | Tantalsäure (25) | |
| | Niobsäure (26) | | Niobsäure (26) | |
| | Niobige Säure (27) | | Niobige Säure (27) | |
| | Titansäure (24) | | Titansäure (24) | |
| | Wolframsäure (29) | Nur bei schwächerer Sättigung. (Bei stärkerer: gelb.) [Wolframsäure (29) – Antimonoxyd (28)] | Wolframsäure (29) | |
| | Molybdänsäure (30) | | Molybdänsäure (30) | |
| | Zinkoxyd (8) | | Zinkoxyd (8) | |
| | Kadmiumoxyd (9) | | Kadmiumoxyd (9) | |
| | Bleioxyd (10) | | Bleioxyd (10) | |
| | Wismuthoxyd (12) | | Wismuthoxyd (12) | |
| | Antimonoxyd (28) | | Antimonoxyd (28) | |

| | | |
|---|---|---|
| Gelb, rothgelb bis roth und rothbraun. | Titansäure (24) (gelb)<br>Wolframsäure (29) (gelb)<br>Molybdänsäure (30) (dunkelgelb)<br>Zinkoxyd (8) (schwach gelblich)<br>Kadmiumoxyd (9) (schwach gelblich)<br>Bleioxyd (10) (gelb)<br>Wismuthoxyd (12) (röthlich gelb)<br>Antimonoxyd (28) (gelblich)<br>} Bei starker Sättigung. (Sonst farblos.)<br>Ceroxyd (1) (roth)<br>Eisenoxyd (5) (dunkelroth)<br>Uranoxyd (13) (roth)<br>Vanadinsäure (31) (gelb)<br>Chromoxyd (32) (dunkelroth) | Ceroxyd (1) (d. Flatt. emailweiss).<br>Eisenoxyd (5) (gelb).<br>Uranoxyd (13) (d. Flatt. emailgelb).<br>Vanadinsäure (31) (gelb).<br>Nickeloxyd (7) (rothbraun).<br>Manganoxyd (4) (roth in's Violette). |
| Violett. (Amethystfarben.) | Nickeloxyd (7)<br>Manganoxyd (4)<br>Didymoxyd (3) | Didymoxyd (3). |
| Blau. | Kobaltoxyd (6) | Kobaltoxyd (6)<br>Kupferoxyd (14) (blau bis grünlich blau). |
| Grün. | Kupferoxyd (14) | Chromoxyd (32) (mit einem Stich in's Gelbliche). |

## A. Borax.

2) Reducirende Flamme.

| Farben der Perlen. | Substanzen, welche diese Farben in der heissen Perle zeigen. | | Substanzen, welche diese Farben in der kalten Perle zeigen. | |
|---|---|---|---|---|
| Farblos. | Kieselerde | | Kieselerde | |
| | Thonerde | | Thonerde | |
| | Zinnoxyd (11) | | Zinnoxyd (11) | Durch Flattern unklar (weiss). |
| | Baryterde | | Baryterde | |
| | Strontianerde | | Strontianerde | |
| | Kalkerde | | Kalkerde | |
| | Talkerde | | Talkerde | |
| | Beryllerde | | Beryllerde | |
| | Yttererde | | Yttererde | |
| | Zirkonerde | | Zirkonerde | |
| | Thorerde | | Thorerde | |
| | Lanthanoxyd (2) | | Lanthanoxyd (2) | |
| | Ceroxyd (1) | | Ceroxyd (1) | |
| | Tantalsäure (25) | | Tantalsäure (25) | |
| | Didymoxyd (3) | | Didymoxyd (3) | |
| | Manganoxyd (4) | | Manganoxyd (4) | |
| | Niobsäure (26) | Bei geringerer Sättigung. | Niobsäure (26) | Bei geringerer Sättigung. |
| | Niobige Säure (27) | | Niobige Säure (27) | |
| | Silberoxyd (16) | | Silberoxyd (16) | |
| | Zinkoxyd (8) | Bei längerem Blasen. (Sonst grau.) | Zinkoxyd (8) | Bei längerem Blasen. (Sonst grau.) |
| | Kadmiumoxyd (9) | | Kadmiumoxyd (9) | |
| | Bleioxyd (10) | | Bleioxyd (10) | |
| | Wismuthoxyd (12) | | Wismuthoxyd (12) | |
| | Antimonoxyd (28) | | Antimonoxyd (28) | |
| | Nickeloxyd (7) | | Nickeloxyd (7) | |
| | Tellurige Säure (34) | | Tellurige Säure (34) | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Gelb bis gelbbraun und braun. | Titansäure (24)<br>Wolframsäure (29)<br>Molybdänsäure (30)<br>Vanadinsäure (31) | | Titansäure (24)<br>Wolframsäure (29)<br>Molybdänsäure (30) | |
| Blau. | Kobaltoxyd (6) | | Kobaltoxyd (6)<br>Titansäure (24) (emailblau d. Flatt.) | |
| Grün. | Eisenoxyd (5)<br>Uranoxyd (13)<br>Chromoxyd (32) | | Eisenoxyd (5) (bouteillengrün).<br>Uranoxyd (13) (desgleichen).<br>Chromoxyd (32) (smaragdgrün).<br>Vanadinsäure (31) (desgleichen). | |
| Grau und trübe. (Die Trübung tritt oft erst während der Abkühlung deutlich hervor.) | Silberoxyd (16)<br>Zinkoxyd (8)<br>Kadmiumoxyd (9)<br>Bleioxyd (10)<br>Wismuthoxyd (12)<br>Antimonoxyd (28)<br>Nickeloxyd (7)<br>Tellurige Säure (34) | Bei kürzerem Blasen. (Sonst farblos.) | Silberoxyd (16)<br>Zinkoxyd (8)<br>Kadmiumoxyd (9)<br>Bleioxyd (10)<br>Wismuthoxyd (12)<br>Antimonoxyd (28)<br>Nickeloxyd (7)<br>Tellurige Säure (34) | Bei kürzerem Blasen. (Sonst farblos.) |
| | Niobsäure (26)<br>Niobige Säure (27) | Bei längerem Blasen und starker Sättigung. | Niobsäure (26)<br>Niobige Säure (27) | Bei längerem Blasen und starker Sättigung. |
| Roth bis braunroth und trübe. | Kupferoxyd (14) | | Kupferoxyd (14) | |

## B. Phosphorsalz.

1) Oxydirende Flamme.

| Farben der Perlen. | Substanzen, welche diese Farben in der heissen Perle zeigen. | | in der kalten Perle zeigen | |
|---|---|---|---|---|
| Farblos. | Kieselerde (sehr wenig löslich) | Auch bei starker Sättigung. | Kieselerde (sehr wenig löslich). | |
| | Thonerde | | Thonerde | |
| | Zinnoxyd (11) | | Zinnoxyd (11) | |
| | Tellurige Säure (34) | | Tellurige Säure (34) | Durch Flattern unklar (weiss). |
| | Baryterde | | Baryterde | |
| | Strontianerde | | Strontianerde | |
| | Kalkerde | | Kalkerde | |
| | Talkerde | | Talkerde | |
| | Beryllerde | | Beryllerde | |
| | Yttererde | | Yttererde | |
| | Zirkonerde | | Zirkonerde | |
| | Thorerde | | Thorerde | |
| | Lanthanoxyd (2) | | Lanthanoxyd (2) | |
| | | | Ceroxyd (1) | |
| | Niobsäure (26) | | Niobsäure (26) | |
| | Niobige Säure (27) | | Niobige Säure (27) | |
| | Tantalsäure (25) | Nur bei schwächerer Sättigung. (Bei starker: gelblich oder gelb.) | Tantalsäure (25) | |
| | Titansäure (24) | | Titansäure (24) | |
| | Wolframsäure (29) | | Wolframsäure (29) | |
| | Zinkoxyd (8) | | Zinkoxyd (8) | |
| | Kadmiumoxyd (9) | | Kadmiumoxyd (9) | |
| | Bleioxyd (10) | | Bleioxyd (10) | |
| | Wismuthoxyd (12) | | Wismuthoxyd (12) | |

| | | |
|---|---|---|
| Gelb, rothgelb bis roth und rothbraun. | Tantalsäure (25)<br>Titansäure (24)<br>Wolframsäure (29)<br>Zinkoxyd (8)<br>Kadmiumoxyd (9)<br>Bleioxyd (10)<br>Wismuthoxyd (12)<br>Antimonoxyd (28)<br>Silberoxyd (16)<br>Ceroxyd (1)<br>Eisenoxyd (5)<br>Nickeloxyd (7)<br>Uranoxyd (13)<br>Vanadinsäure (31)<br>Chromoxyd (32)<br>} Bei starker Sättigung. | Silberoxyd (16)<br>Eisenoxyd (5)<br>Nickeloxyd (7)<br>Uranoxyd (13) (gelbgrün).<br>Vanadinsäure (31). |
| Violett. (Amethystfarben.) | Manganoxyd (4)<br>Didymoxyd (3) | Manganoxyd (4)<br>Didymoxyd (3) |
| Blau. | Kobaltoxyd (6) | Kobaltoxyd (6)<br>Kupferoxyd (14) (bis grünlich blau). |
| Grün. | Kupferoxyd (14)<br>Molybdänsäure (30) (gelbgrün). | Molybdänsäure (30) (schwach gelbgrün).<br>Uranoxyd (13) (gelbgrün).<br>Chromoxyd (32) (smaragdgrün). |

# B. Phosphorsalz.

2) Reducirende Flamme.

| Farben der Perlen. | Substanzen, welche diese Farben in der heissen Perle zeigen. | | in der kalten Perle zeigen. | |
|---|---|---|---|---|
| | Kieselerde (sehr wenig löslich). | | Kieselerde (sehr wenig löslich). | |
| | Thonerde | | Thonerde | |
| | Zinnoxyd (11) | | Zinnoxyd (11) | |
| | Baryterde | | Baryterde | |
| | Strontianerde | | Strontianerde | |
| | Kalkerde | | Kalkerde | |
| | Talkerde | | Talkerde | Durch Flattern unklar (weiss). |
| | Beryllerde | | Beryllerde | |
| | Yttererde | | Yttererde | |
| | Zirkonerde | | Zirkonerde | |
| | Thorerde | | Thorerde | |
| Farblos. | Lanthanoxyd (2) | | Lanthanoxyd (2) | |
| | Ceroxyd (1) | | Ceroxyd (1) | |
| | Didymoxyd (3) | | Didymoxyd (3) | |
| | Manganoxyd (4) | | Manganoxyd (4) | |
| | Tantalsäure (25) | | Tantalsäure (25) | |
| | Silberoxyd (16) | | Silberoxyd (16) | |
| | Zinkoxyd (8) | | Zinkoxyd (8) | |
| | Kadmiumoxyd (9) | Bei längerem Blasen. (Sonst grau.) | Kadmiumoxyd (9) | |
| | Bleioxyd (10) | | Bleioxyd (10) | Bei längerem Blasen. (Sonst grau.) |
| | Wismuthoxyd (12) | | Wismuthoxyd (12) | |
| | Antimonoxyd (28) | | Antimonoxyd (28) | |
| | Nickeloxyd (7) | | Nickeloxyd (7) | |
| | Tellurige Säure (34) | | Tellurige Säure (34) | |

| | | |
|---|---|---|
| Gelb, röthlich, roth bis blutroth und braun. | Eisenoxyd (5) (roth)<br>Titansäure (24) (gelb)<br>Niobige Säure (27) (braun)<br>Eisenhaltige Titansäure (blutroth)<br>— Niobsäure (desgl.)<br>— Niobige Säure (desgl.)<br>— Wolframsäure (desgl.)<br>Vanadinsäure (31) (bräunlich)<br>Chromoxyd (32) (röthlich) | Eisenoxyd (5)<br>Niobige Säure (27)<br>Eisenhaltige Titansäure<br>— Niobsäure<br>— Niobige Säure<br>— Wolframsäure |
| Violett. (Amethystfarben.) | Niobsäure (26) (bei stärkerer Sättigung). | Niobsäure (26) (bei stärkerer Sätt.).<br>Titansäure (24) |
| Blau. | Kobaltoxyd (6)<br>Wolframsäure (29)<br>Niobsäure (26) (bei sehr starker Sättigung). | Kobaltoxyd (6)<br>Wolframsäure (29)<br>Niobsäure (26) (bei sehr starker Sätt.). |
| Grün. | Uranoxyd (13)<br>Molybdänsäure (30) | Uranoxyd (13)<br>Molybdänsäure (30)<br>Vanadinsäure (31)<br>Chromoxyd (32) |
| Grau und trübe. (Die Trübung tritt oft erst während der Abkühlung deutlich hervor.) | Silberoxyd (16)<br>Zinkoxyd (8)<br>Kadmiumoxyd (9)<br>Bleioxyd (10)<br>Wismuthoxyd (12)<br>Antimonoxyd (28)<br>Nickeloxyd (7)<br>Tellurige Säure (34) | |
| Roth bis rothbraun und trübe.<br>Desgl. | Kupferoxyd (14) | Kupferoxyd (14) |

# Tabelle I.

## A. Borax.

### 1) Oxydirende Flamme.

| Farben der Perlen. | Substanzen, welche diese Farben | | | |
|---|---|---|---|---|
| | in der heissen Perle zeigen. | | in der kalten Perle zeigen. | |
| Farblos. | Kieselerde | Auch bei starker Sättigung. (Kieselerde bis Niobige Säure) | Kieselerde | |
| | Thonerde | | Thonerde | |
| | Zinnoxyd (11) | | Zinnoxyd (11) | |
| | Tellurige Säure (34) | | Tellurige Säure (34) | Durch Flattern unklar (weiss). (Tellurige Säure bis Kadmiumoxyd) |
| | Baryterde | | Baryterde | |
| | Strontianerde | | Strontianerde | |
| | Kalkerde | | Kalkerde | |
| | Talkerde | | Talkerde | |
| | Beryllerde | | Beryllerde | |
| | Yttererde | | Yttererde | |
| | Zirkonerde | | Zirkonerde | |
| | Thorerde | | Thorerde | |
| | Lanthanoxyd (2) | | Lanthanoxyd (2) | |
| | Silberoxyd (16) | | Silberoxyd (16) | |
| | Tantalsäure (25) | | Tantalsäure (25) | |
| | Niobsäure (26) | | Niobsäure (26) | |
| | Niobige Säure (27) | | Niobige Säure (27) | |
| | Titansäure (24) | | Titansäure (24) | |
| | Wolframsäure (29) | Nur bei schwächerer Sättigung. (Bei stärkerer: gelb.) (Wolframsäure bis Antimonoxyd) | Wolframsäure (29) | |
| | Molybdänsäure (30) | | Molybdänsäure (30) | |
| | Zinkoxyd (8) | | Zinkoxyd (8) | |
| | Kadmiumoxyd (9) | | Kadmiumoxyd (9) | |
| | Bleioxyd (10) | | Bleioxyd (10) | |
| | Wismuthoxyd (12) | | Wismuthoxyd (12) | |
| | Antimonoxyd (28) | | Antimonoxyd (28) | |

| | | |
|---|---|---|
| Gelb, rothgelb bis roth und rothbraun. | Titansäure (24) (gelb)<br>Wolframsäure (29) (gelb)<br>Molybdänsäure (30) (dunkelgelb)<br>Zinkoxyd (8) (schwach gelblich)<br>Kadmiumoxyd (9) (schwach gelblich)<br>Bleioxyd (10) (gelb)<br>Wismuthoxyd (12) (röthlich gelb)<br>Antimonoxyd (28) (gelblich)<br>} Bei starker Sättigung. (Sonst farblos.)<br>Ceroxyd (1) (roth)<br>Eisenoxyd (5) (dunkelroth)<br>Uranoxyd (13) (roth)<br>Vanadinsäure (31) (gelb)<br>Chromoxyd (32) (dunkelroth) | Ceroxyd (1) (d. Flatt. emailweiss).<br>Eisenoxyd (5) (gelb).<br>Uranoxyd (13) (d. Flatt. emailgelb).<br>Vanadinsäure (31) (gelb).<br>Nickeloxyd (7) (rothbraun).<br>Manganoxyd (4) (roth in's Violette). |
| Violett. (Amethystfarben.) | Nickeloxyd (7)<br>Manganoxyd (4)<br>Didymoxyd (3) | Didymoxyd (3). |
| Blau. | Kobaltoxyd (6) | Kobaltoxyd (6)<br>Kupferoxyd (14) (blau bis grünlich blau). |
| Grün. | Kupferoxyd (14) | Chromoxyd (32) (mit einem Stich in's Gelbliche). |

## A. Borax.

2) Reducirende Flamme.

| Farben der Perlen. | Substanzen, welche diese Farben in der heissen Perle zeigen. | | Substanzen, welche diese Farben in der kalten Perle zeigen. | |
|---|---|---|---|---|
| Farblos. | Kieselerde | | Kieselerde | |
| | Thonerde | | Thonerde | |
| | Zinnoxyd (11) | | Zinnoxyd (11) | Durch Flattern unklar (weiss). |
| | Baryterde | | Baryterde | |
| | Strontianerde | | Strontianerde | |
| | Kalkerde | | Kalkerde | |
| | Talkerde | | Talkerde | |
| | Beryllerde | | Beryllerde | |
| | Yttererde | | Yttererde | |
| | Zirkonerde | | Zirkonerde | |
| | Thorerde | | Thorerde | |
| | Lanthanoxyd (2) | | Lanthanoxyd (2) | |
| | Ceroxyd (1) | | Ceroxyd (1) | |
| | Tantalsäure (25) | | Tantalsäure (25) | |
| | Didymoxyd (3) | | Didymoxyd (3) | |
| | Manganoxyd (4) | | Manganoxyd (4) | |
| | Niobsäure (26) | Bei geringerer Sättigung. | Niobsäure (26) | Bei geringerer Sättigung. |
| | Niobige Säure (27) | | Niobige Säure (27) | |
| | Silberoxyd (16) | | Silberoxyd (16) | |
| | Zinkoxyd (8) | Bei längerem Blasen. (Sonst grau.) | Zinkoxyd (8) | Bei längerem Blasen. (Sonst grau.) |
| | Kadmiumoxyd (9) | | Kadmiumoxyd (9) | |
| | Bleioxyd (10) | | Bleioxyd (10) | |
| | Wismuthoxyd (12) | | Wismuthoxyd (12) | |
| | Antimonoxyd (28) | | Antimonoxyd (28) | |
| | Nickeloxyd (7) | | Nickeloxyd (7) | |
| | Tellurige Säure (34) | | Tellurige Säure (34) | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Gelb bis gelbbraun und braun. | Titansäure (24)<br>Wolframsäure (29)<br>Molybdänsäure (30)<br>Vanadinsäure (31) | | Titansäure (24)<br>Wolframsäure (29)<br>Molybdänsäure (30) | |
| Blau. | Kobaltoxyd (6) | | Kobaltoxyd (6)<br>Titansäure (24) (emailblau d. Flatt.) | |
| Grün. | Eisenoxyd (5)<br>Uranoxyd (13)<br>Chromoxyd (32) | | Eisenoxyd (5) (bouteillengrün).<br>Uranoxyd (13) (desgleichen).<br>Chromoxyd (32) (smaragdgrün).<br>Vanadinsäure (31) (desgleichen). | |
| Grau und trübe. (Die Trübung tritt oft erst während der Abkühlung deutlich hervor.) | Silberoxyd (16)<br>Zinkoxyd (8)<br>Kadmiumoxyd (9)<br>Bleioxyd (10)<br>Wismuthoxyd (12)<br>Antimonoxyd (28)<br>Nickeloxyd (7)<br>Tellurige Säure (34) | Bei kürzerem Blasen. (Sonst farblos.) | Silberoxyd (16)<br>Zinkoxyd (8)<br>Kadmiumoxyd (9)<br>Bleioxyd (10)<br>Wismuthoxyd (12)<br>Antimonoxyd (28)<br>Nickeloxyd (7)<br>Tellurige Säure (34) | Bei kürzerem Blasen. (Sonst farblos.) |
| | Niobsäure (26)<br>Niobige Säure (27) | Bei längerem Blasen und starker Sättigung. | Niobsäure (26)<br>Niobige Säure (27) | Bei längerem Blasen und starker Sättigung. |
| Roth bis braunroth und trübe. | Kupferoxyd (14) | | Kupferoxyd (14) | |

## B. Phosphorsalz.

1) Oxydirende Flamme.

| Farben der Perlen. | Substanzen, welche diese Farben in der heissen Perle zeigen. | | in der kalten Perle zeigen | |
|---|---|---|---|---|
| Farblos. | Kieselerde (sehr wenig löslich) | Auch bei starker Sättigung. | Kieselerde (sehr wenig löslich). | |
| | Thonerde | | Thonerde | |
| | Zinnoxyd (11) | | Zinnoxyd (11) | |
| | Tellurige Säure (34) | | Tellurige Säure (34) | Durch Flattern unklar (weiss). |
| | Baryterde | | Baryterde | |
| | Strontianerde | | Strontianerde | |
| | Kalkerde | | Kalkerde | |
| | Talkerde | | Talkerde | |
| | Beryllerde | | Beryllerde | |
| | Yttererde | | Yttererde | |
| | Zirkonerde | | Zirkonerde | |
| | Thorerde | | Thorerde | |
| | Lanthanoxyd (2) | | Lanthanoxyd (2) | |
| | | | Ceroxyd (1) | |
| | Niobsäure (26) | | Niobsäure (26) | |
| | Niobige Säure (27) | | Niobige Säure (27) | |
| | Tantalsäure (25) | Nur bei schwächerer Sättigung. (Bei starker: gelblich oder gelb.) | Tantalsäure (25) | |
| | Titansäure (24) | | Titansäure (24) | |
| | Wolframsäure (29) | | Wolframsäure (29) | |
| | Zinkoxyd (8) | | Zinkoxyd (8) | |
| | Kadmiumoxyd (9) | | Kadmiumoxyd (9) | |
| | Bleioxyd (10) | | Bleioxyd (10) | |
| | Wismuthoxyd (12) | | Wismuthoxyd (12) | |

| | | |
|---|---|---|
| Gelb, rothgelb bis roth und rothbraun. | Tantalsäure (25)<br>Titansäure (24)<br>Wolframsäure (29)<br>Zinkoxyd (8)<br>Kadmiumoxyd (9)<br>Bleioxyd (10)<br>Wismuthoxyd (12)<br>Antimonoxyd (28)<br>Silberoxyd (16)<br>Ceroxyd (1)<br>Eisenoxyd (5)<br>Nickeloxyd (7)<br>Uranoxyd (13)<br>Vanadinsäure (31)<br>Chromoxyd (32)<br>} Bei starker Sättigung. | Silberoxyd (16)<br><br>Eisenoxyd (5)<br>Nickeloxyd (7)<br>Uranoxyd (13) (gelbgrün).<br>Vanadinsäure (31). |
| Violett. (Amethystfarben.) | Manganoxyd (4)<br>Didymoxyd (3) | Manganoxyd (4)<br>Didymoxyd (3) |
| Blau. | Kobaltoxyd (6) | Kobaltoxyd (6)<br>Kupferoxyd (14) (bis grünlich blau). |
| Grün. | Kupferoxyd (14)<br>Molybdänsäure (30) (gelbgrün). | Molybdänsäure (30) (schwach gelbgrün).<br>Uranoxyd (13) (gelbgrün).<br>Chromoxyd (32) (smaragdgrün). |

# B. Phosphorsalz.

2) Reducirende Flamme.

| Farben der Perlen. | Substanzen, welche diese Farben | | | |
|---|---|---|---|---|
| | in der heissen Perle zeigen. | | in der kalten Perle zeigen. | |
| Farblos. | Kieselerde (sehr wenig löslich). | | Kieselerde (sehr wenig löslich). | |
| | Thonerde | | Thonerde | |
| | Zinnoxyd (11) | | Zinnoxyd (11) | |
| | Baryterde | | Baryterde | |
| | Strontianerde | | Strontianerde | Durch Flattern unklar (weiss). |
| | Kalkerde | | Kalkerde | |
| | Talkerde | | Talkerde | |
| | Beryllerde | | Beryllerde | |
| | Yttererde | | Yttererde | |
| | Zirkonerde | | Zirkonerde | |
| | Thorerde | | Thorerde | |
| | Lanthanoxyd (2) | | Lanthanoxyd (2) | |
| | Ceroxyd (1) | | Ceroxyd (1) | |
| | Didymoxyd (3) | | Didymoxyd (3) | |
| | Manganoxyd (4) | | Manganoxyd (4) | |
| | Tantalsäure (25) | Bei längerem Blasen. (Sonst grau.) | Tantalsäure (25) | |
| | Silberoxyd (16) | | Silberoxyd (16) | |
| | Zinkoxyd (8) | | Zinkoxyd (8) | Bei längerem Blasen. (Sonst grau.) |
| | Kadmiumoxyd (9) | | Kadmiumoxyd (9) | |
| | Bleioxyd (10) | | Bleioxyd (10) | |
| | Wismuthoxyd (12) | | Wismuthoxyd (12) | |
| | Antimonoxyd (28) | | Antimonoxyd (28) | |
| | Nickeloxyd (7) | | Nickeloxyd (7) | |
| | Tellurige Säure (34) | | Tellurige Säure (34) | |

| | | |
|---|---|---|
| Gelb, röthlich, roth bis blutroth und braun. | Eisenoxyd (5) (roth)<br>Titansäure (24) (gelb)<br>Niobige Säure (27) (braun)<br>Eisenhaltige Titansäure (blutroth)<br>— Niobsäure (desgl.)<br>— Niobige Säure (desgl.)<br>— Wolframsäure (desgl.)<br>Vanadinsäure (31) (bräunlich)<br>Chromoxyd (32) (röthlich) | Eisenoxyd (5)<br>Niobige Säure (27)<br>Eisenhaltige Titansäure<br>— Niobsäure<br>— Niobige Säure<br>— Wolframsäure |
| Violett. (Amethystfarben.) | Niobsäure (26) (bei stärkerer Sättigung). | Niobsäure (26) (bei stärkerer Sätt.).<br>Titansäure (24) |
| Blau. | Kobaltoxyd (6)<br>Wolframsäure (29)<br>Niobsäure (26) (bei sehr starker Sättigung). | Kobaltoxyd (6)<br>Wolframsäure (29)<br>Niobsäure (26) (bei sehr starker Sätt.). |
| Grün. | Uranoxyd (13)<br>Molybdänsäure (30) | Uranoxyd (13)<br>Molybdänsäure (30)<br>Vanadinsäure (31)<br>Chromoxyd (32) |
| Grau und trübe. (Die Trübung tritt oft erst während der Abkühlung deutlich hervor.) | Silberoxyd (16)<br>Zinkoxyd (8)<br>Kadmiumoxyd (9)<br>Bleioxyd (10)<br>Wismuthoxyd (12)<br>Antimonoxyd (28)<br>Nickeloxyd (7)<br>Tellurige Säure (34) | |
| Roth bis rothbraun und trübe.<br>Desgl. | Kupferoxyd (14) | Kupferoxyd (14) |

# Tabelle II.

| Metall-oxyde. | Verhalten zu Borax auf Platindraht | | Verhalten zu Phosphorsalz auf Patindraht | |
|---|---|---|---|---|
| | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. |
| 1) Ceroxyd, $Ce_2 O_3$. | Zum rothen oder dunkelgelben Glase auflöslich (ähnlich wie Eisenoxyd). Die Farbe nimmt während der Abkühlung ab und wird nur gelb. Das Glas kann bei einer gewissen Sättigung emailartig geflattert werden, bei noch stärkerer Sättigung wird es von selbst emailartig. | Die Farbe des oxydhaltigen Glases wird heller, so dass ein nur gelbes Glas ganz farblos wird. Bei sehr starker Sättigung wird das Glas während der Abkühlung emailweiss und krystallinisch. | Wie zu Borax. Die Farbe verschwindet aber ganz bei der Abkühlung. | Das Glas ist sowohl warm als kalt ganz farblos, wodurch es sich vom Eisen unterscheidet. Auch bleibt das Glas bei starker Sättigung klar. |
| 2) Lanthanoxyd, La O. | Zum farblosen Glase auflöslich, das bei einer gewissen Sättigung emailweiss geflattert werden kann und bei stärkerer Sät- | Wie im Oxydationsfeuer. | Wie zu Borax. | 0 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | tigung unter der Abkühlung von selbst emailartig wird. | | | |
| 3) Didymoxyd, D O. | Zum klaren, dunkel amethystfarbenen Glase auflöslich. | 0 | Wie zu Borax. | 0 |
| 4) Manganoxyd, $Mn_2O_3$. | Färbt sehr intensiv: warm violett (amethystfarbig), kalt roth, jedoch ein wenig ins Violette fallend. Ein zu starker Zusatz bringt ein Glas hervor, welches ganz schwarz aussieht, platt gedrückt aber durchsichtig ist. | Das gefärbte Glas wird ganz farblos. Ist das Glas sehr dunkel gefärbt, so gelingt die Reduction auf Kohle und vorzüglich mit Zinn besser, als auf Platindraht. | Erst von einem grossen Zusatze ein violettes Glas; aber von keinem Zusatze ein so dunkles, dass es undurchsichtig erscheint. Hält das Glas sehr wenig Oxyd und ist es ganz farblos, so wird durch Salpeter die Farbe hervorgebracht. Ein oxydhaltiges Glas, schmelzend erhalten, kocht und giebt Gas aus. | Das gefärbte Glas wird augenblicklich farblos, sowohl auf Platindraht, als auf Kohle; nach der Reduction fliesst es ganz ruhig. |

| Metall-oxyde. . | Verhalten zu Borax auf Platindraht | | Verhalten zu Phosphorsalz auf Platindraht | |
|---|---|---|---|---|
| | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. | im Oxydationsfeuer | im Reductionsfeuer. |
| 5) Eisenoxyd, $Fe_2O_3$. | Das Glas wird von einem geringen Zusatz warm gelb, kalt farblos; von einem grösseren Zusatz warm roth und unter der Abkühlung gelb, und von einem noch grösseren Zusatz warm dunkelroth und nach dem Erkalten dunkelgelb. | Auf Platindraht wird das Glas bouteillengrün. Auf Kohle mit Zinn wird das oxydhaltige Glas erst bouteillengrün und nach längerem Blasen vitriolgrün. Das im Reductionsfeuer auf Platindraht behandelte Glas wird aber mit Zinn sogleich vitriolgrün. | Das Glas wird von einem gewissen Zusatze gelblich roth, unter der Abkühlung aber zuerst gelb, dann grünlich und zuletzt farblos. Von einem sehr grossen Zusatze warm dunkelroth, unter der Abkühlung braunroth, dann schmutzig grün, und wenn es ganz kalt ist, bräunlich roth. Die Farben verschwinden unter der Abkühlung weit eher, als im Boraxglase. | Bei einem geringen Zusatze scheint das Glas nicht verändert zu werden; bei einem grösseren erscheint es in der Wärme roth und wird unter der Abkühlung gelb, dann grünlich und nach völligem Erkalten röthlich. Durch Zinn wird das Glas beim Erkalten grün u. zuletzt farblos. |
| 6) Kobaltoxyd, CoO. | Färbt sehr intensiv: warm und kalt rein smalteblau. Bei grossem Zusatz wird das | Wie im Oxydationsfeuer. | Wie zu Borax; die Färbung ist jedoch nicht so intensiv. Auch wird die Farbe unter | Wie im Oxydationsfeuer. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Glas so tief dunkelblau, dass es schwarz aussieht.** | | **der Abkühlung etwas lichter.** | |
| **7) Nickeloxyd, Ni O.** | Färbt intensiv. Ein geringer Zusatz giebt ein Glas, das in der Wärme violett und nach der Abkühlung blass rothbraun, von einem noch grösseren Zusatze in der Wärme dunkelviolett und nach der Abkühlung rothbraun erscheint. | Das oxydhaltige Glas wird grau und trübe oder ganz undurchsichtig, von fein zertheiltem metallischen Nickel. Bei fortgesetztem Blasen hängt sich das Nickel an einander, ohne zu einem Korne zu schmelzen, und das Glas wird farblos. Auf Kohle und vorzüglich mit Zinn geschieht es noch schneller und das reducirte Nickel vereinigt sich dann mit dem Zinn zu einem Korne. | Zu einem röthlichen Glase auflöslich, das unter der Abkühlung gelb wird. Von einem grösseren Zusatze erscheint das Glas in der Wärme braunroth und nach dem Erkalten röthlich gelb. | Auf Platindraht scheint das oxydhaltige Glas nicht verändert zu werden. Auf Kohle, mit Zinn behandelt, wird es im Anfange undurchsichtig und grau, aber nach längerem Blasen wird das Nickel ausgefällt und das Glas wird farblos. |

## B. Phosphorsalz.

1) Oxydirende Flamme.

| Farben der Perlen. | Substanzen, welche diese Farben in der heissen Perle zeigen. | | Substanzen, welche diese Farben in der kalten Perle zeigen | |
|---|---|---|---|---|
| Farblos. | Kieselerde (sehr wenig löslich) | Auch bei starker Sättigung. | Kieselerde (sehr wenig löslich). | |
| | Thonerde | | Thonerde | |
| | Zinnoxyd (11) | | Zinnoxyd (11) | |
| | Tellurige Säure (34) | | Tellurige Säure (34) | Durch Flattern unklar (weiss). |
| | Baryterde | | Baryterde | |
| | Strontianerde | | Strontianerde | |
| | Kalkerde | | Kalkerde | |
| | Talkerde | | Talkerde | |
| | Beryllerde | | Beryllerde | |
| | Yttererde | | Yttererde | |
| | Zirkonerde | | Zirkonerde | |
| | Thorerde | | Thorerde | |
| | Lanthanoxyd (2) | | Lanthanoxyd (2) | |
| | | | Ceroxyd (1) | |
| | Niobsäure (26) | | Niobsäure (26) | |
| | Niobige Säure (27) | | Niobige Säure (27) | |
| | Tantalsäure (25) | Nur bei schwächerer Sättigung. (Bei starker: gelblich oder gelb.) | Tantalsäure (25) | |
| | Titansäure (24) | | Titansäure (24) | |
| | Wolframsäure (29) | | Wolframsäure (29) | |
| | Zinkoxyd (8) | | Zinkoxyd (8) | |
| | Kadmiumoxyd (9) | | Kadmiumoxyd (9) | |
| | Bleioxyd (10) | | Bleioxyd (10) | |
| | Wismuthoxyd (12) | | Wismuthoxyd (12) | |

| | | |
|---|---|---|
| Gelb, rothgelb bis roth und rothbraun. | Tantalsäure (25)<br>Titansäure (24)<br>Wolframsäure (29)<br>Zinkoxyd (8)<br>Kadmiumoxyd (9)<br>Bleioxyd (10)<br>Wismuthoxyd (12)<br>Antimonoxyd (28) } Bei starker Sättigung.<br>Silberoxyd (16)<br>Ceroxyd (1)<br>Eisenoxyd (5)<br>Nickeloxyd (7)<br>Uranoxyd (13)<br>Vanadinsäure (31)<br>Chromoxyd (32) | Silberoxyd (16)<br><br>Eisenoxyd (5)<br>Nickeloxyd (7)<br>Uranoxyd (13) (gelbgrün).<br>Vanadinsäure (31). |
| Violett. (Amethystfarben.) | Manganoxyd (4)<br>Didymoxyd (3) | Manganoxyd (4)<br>Didymoxyd (3) |
| Blau. | Kobaltoxyd (6) | Kobaltoxyd (6)<br>Kupferoxyd (14) (bis grünlich blau). |
| Grün. | Kupferoxyd (14)<br>Molybdänsäure (30) (gelbgrün). | Molybdänsäure (30) (schwach gelbgrün).<br>Uranoxyd (13) (gelbgrün).<br>Chromoxyd (32) (smaragdgrün). |

# B. Phosphorsalz.

2) Reducirende Flamme.

| Farben der Perlen. | Substanzen, welche diese Farben in der heissen Perle zeigen. | | in der kalten Perle zeigen. | |
|---|---|---|---|---|
| Farblos. | Kieselerde (sehr wenig löslich). | | Kieselerde (sehr wenig löslich). | |
| | Thonerde | | Thonerde | |
| | Zinnoxyd (11) | | Zinnoxyd (11) | |
| | Baryterde | | Baryterde | |
| | Strontianerde | | Strontianerde | |
| | Kalkerde | | Kalkerde | |
| | Talkerde | | Talkerde | Durch Flattern unklar (weiss). |
| | Beryllerde | | Beryllerde | |
| | Yttererde | | Yttererde | |
| | Zirkonerde | | Zirkonerde | |
| | Thorerde | | Thorerde | |
| | Lanthanoxyd (2) | | Lanthanoxyd (2) | |
| | Ceroxyd (1) | | Ceroxyd (1) | |
| | Didymoxyd (3) | | Didymoxyd (3) | |
| | Manganoxyd (4) | | Manganoxyd (4) | |
| | Tantalsäure (25) | | Tantalsäure (25) | |
| | Silberoxyd (16) | | Silberoxyd (16) | |
| | Zinkoxyd (8) | | Zinkoxyd (8) | |
| | Kadmiumoxyd (9) | Bei längerem Blasen. (Sonst grau.) | Kadmiumoxyd (9) | |
| | Bleioxyd (10) | | Bleioxyd (10) | Bei längerem Blasen. (Sonst grau.) |
| | Wismuthoxyd (12) | | Wismuthoxyd (12) | |
| | Antimonoxyd (28) | | Antimonoxyd (28) | |
| | Nickeloxyd (7) | | Nickeloxyd (7) | |
| | Tellurige Säure (34) | | Tellurige Säure (34) | |

| | | |
|---|---|---|
| Gelb, röthlich, roth bis blutroth und braun. | Eisenoxyd (5) (roth)<br>Titansäure (24) (gelb)<br>Niobige Säure (27) (braun)<br>Eisenhaltige Titansäure (blutroth)<br>— Niobsäure (desgl.)<br>— Niobige Säure (desgl.)<br>— Wolframsäure (desgl.)<br>Vanadinsäure (31) (bräunlich)<br>Chromoxyd (32) (röthlich) | Eisenoxyd (5)<br>Niobige Säure (27)<br>Eisenhaltige Titansäure<br>— Niobsäure<br>— Niobige Säure<br>— Wolframsäure |
| Violett. (Amethystfarben.) | Niobsäure (26) (bei stärkerer Sättigung). | Niobsäure (26) (bei stärkerer Sätt.).<br>Titansäure (24) |
| Blau. | Kobaltoxyd (6)<br>Wolframsäure (29)<br>Niobsäure (26) (bei sehr starker Sättigung). | Kobaltoxyd (6)<br>Wolframsäure (29)<br>Niobsäure (26) (bei sehr starker Sätt.). |
| Grün. | Uranoxyd (13)<br>Molybdänsäure (30) | Uranoxyd (13)<br>Molybdänsäure (30)<br>Vanadinsäure (31)<br>Chromoxyd (32) |
| Grau und trübe. (Die Trübung tritt oft erst während der Abkühlung deutlich hervor.) | Silberoxyd (16)<br>Zinkoxyd (8)<br>Kadmiumoxyd (9)<br>Bleioxyd (10)<br>Wismuthoxyd (12)<br>Antimonoxyd (28)<br>Nickeloxyd (7)<br>Tellurige Säure (34) | |
| Roth bis rothbraun und trübe. Desgl. | Kupferoxyd (14) | Kupferoxyd (14) |

## Tabelle II.

| Metall-oxyde. | Verhalten zu Borax auf Platindraht | | Verhalten zu Phosphorsalz auf Patindraht | |
|---|---|---|---|---|
| | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. |
| 1) Ceroxyd, $Ce_2 O_3$. | Zum rothen oder dunkelgelben Glase auflöslich (ähnlich wie Eisenoxyd). Die Farbe nimmt während der Abkühlung ab und wird nur gelb. Das Glas kann bei einer gewissen Sättigung emailartig geflattert werden, bei noch stärkerer Sättigung wird es von selbst emailartig. | Die Farbe des oxydhaltigen Glases wird heller, so dass ein nur gelbes Glas ganz farblos wird. Bei sehr starker Sättigung wird das Glas während der Abkühlung emailweiss und krystallinisch. | Wie zu Borax. Die Farbe verschwindet aber ganz bei der Abkühlung. | Das Glas ist sowohl warm als kalt ganz farblos, wodurch es sich vom Eisen unterscheidet. Auch bleibt das Glas bei starker Sättigung klar. |
| 2) Lanthanoxyd, La O. | Zum farblosen Glase auflöslich, das bei einer gewissen Sättigung emailweiss geflattert werden kann und bei stärkerer Sät- | Wie im Oxydationsfeuer. | Wie zu Borax. | 0 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | tigung unter der Abkühlung von selbst emailartig wird. | | | |
| 3) Didymoxyd, D O. | Zum klaren, dunkel amethystfarbenen Glase auflöslich. | 0 | Wie zu Borax. | 0 |
| 4) Manganoxyd, $Mn_2O_3$. | Färbt sehr intensiv: warm violett (amethystfarbig), kalt roth, jedoch ein wenig ins Violette fallend. Ein zu starker Zusatz bringt ein Glas hervor, welches ganz schwarz aussieht, platt gedrückt aber durchsichtig ist. | Das gefärbte Glas wird ganz farblos. Ist das Glas sehr dunkel gefärbt, so gelingt die Reduction auf Kohle und vorzüglich mit Zinn besser, als auf Platindraht. | Erst von einem grossen Zusatze ein violettes Glas; aber von keinem Zusatze ein so dunkles, dass es undurchsichtig erscheint. Hält das Glas sehr wenig Oxyd und ist es ganz farblos, so wird durch Salpeter die Farbe hervorgebracht. Ein oxydhaltiges Glas, schmelzend erhalten, kocht und giebt Gas aus. | Das gefärbte Glas wird augenblicklich farblos, sowohl auf Platindraht, als auf Kohle; nach der Reduction fliesst es ganz ruhig. |

| Metall-oxyde. | Verhalten zu Borax auf Platindraht | | Verhalten zu Phosphorsalz auf Platindraht | |
|---|---|---|---|---|
| | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. | im Oxydationsfeuer | im Reductionsfeuer. |
| 5) Eisenoxyd, $Fe_2O_3$. | Das Glas wird von einem geringen Zusatz warm gelb, kalt farblos; von einem grösseren Zusatz warm roth und unter der Abkühlung gelb, und von einem noch grösseren Zusatz warm dunkelroth und nach dem Erkalten dunkelgelb. | Auf Platindraht wird das Glas bouteillengrün. Auf Kohle mit Zinn wird das oxydhaltige Glas erst bouteillengrün und nach längerem Blasen vitriolgrün. Das im Reductionsfeuer auf Platindraht behandelte Glas wird aber mit Zinn sogleich vitriolgrün. | Das Glas wird von einem gewissen Zusatze gelblich roth, unter der Abkühlung aber zuerst gelb, dann grünlich und zuletzt farblos. Von einem sehr grossen Zusatze warm dunkelroth, unter der Abkühlung braunroth, dann schmutzig grün, und wenn es ganz kalt ist, bräunlich roth. Die Farben verschwinden unter der Abkühlung weit eher, als im Boraxglase. | Bei einem geringen Zusatze scheint das Glas nicht verändert zu werden; bei einem grösseren erscheint es in der Wärme roth und wird unter der Abkühlung gelb, dann grünlich und nach völligem Erkalten röthlich. Durch Zinn wird das Glas beim Erkalten grün u. zuletzt farblos. |
| 6) Kobaltoxyd, CoO. | Färbt sehr intensiv: warm und kalt rein smalteblau. Bei grossem Zusatz wird das | Wie im Oxydationsfeuer. | Wie zu Borax; die Färbung ist jedoch nicht so intensiv. Auch wird die Farbe unter | Wie im Oxydationsfeuer. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Glas so tief dunkelblau, dass es schwarz aussieht. | | der Abkühlung etwas lichter. | |
| 7) Nickeloxyd, Ni O. | Färbt intensiv. Ein geringer Zusatz giebt ein Glas, das in der Wärme violett und nach der Abkühlung blass rothbraun, von einem noch grösseren Zusatze in der Wärme dunkelviolett und nach der Abkühlung rothbraun erscheint. | Das oxydhaltige Glas wird grau und trübe oder ganz undurchsichtig, von fein zertheiltem metallischen Nickel. Bei fortgesetztem Blasen hängt sich das Nickel an einander, ohne zu einem Korne zu schmelzen, und das Glas wird farblos. Auf Kohle und vorzüglich mit Zinn geschieht es noch schneller und das reducirte Nickel vereinigt sich dann mit dem Zinn zu einem Korne. | Zu einem röthlichen Glase auflöslich, das unter der Abkühlung gelb wird. Von einem grösseren Zusatze erscheint das Glas in der Wärme braunroth und nach dem Erkalten röthlich gelb. | Auf Platindraht scheint das oxydhaltige Glas nicht verändert zu werden. Auf Kohle, mit Zinn behandelt, wird es im Anfange undurchsichtig und grau, aber nach längerem Blasen wird das Nickel ausgefällt und das Glas wird farblos. |

| Metall-oxyde. | Verhalten zu Borax auf Platindraht | | Verhalten zu Phosphorsalz auf Platindraht. | |
|---|---|---|---|---|
| | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. |
| 8) Zinkoxyd, ZnO. | Leicht zum klaren, farblosen Glase auflöslich, das bei einem sehr grossen Zusatze emailartig geflattert werden kann und bei einem noch grösseren Zusatze unter der Abkühlung von selbst emailartig wird. Bei einem nicht zu geringen Zusatz erscheint das Glas in der Wärme schwach gelb, wird aber unter der Abkühlung farblos. | Auf Platindraht wird das gesättigte Glas beim ersten Anblasen unklar und graulich, nach längerem Blasen aber wieder klar. Auf Kohle wird das Oxyd nach und nach reducirt; das Metall verflüchtigt sich und beschlägt die Kohle mit Zinkrauch. | Wie zu Borax. | Wie zu Borax. |
| 9) Kadmiumoxyd, CdO. | In sehr grosser Menge zu einem klaren, gelblichen Glase auflöslich, dessen Farbe unter der Abkühlung beinahe verschwindet. | Auf Kohle kommt das kadmiumhaltige Glas zum Kochen. Das Kadmium wird reducirt, das Metall verflüchtigt sich und beschlägt die | In sehr grosser Menge zum klaren Glase auflöslich, das bei einem starken Zusatze in der Wärme gelblich und nach der Abkühlung | Auf Kohle wird das Kadmium langsam und unvollständig reducirt. Das reducirte Metall beschlägt die Kohle ganz schwach mit dun- |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Bei ziemlicher Sättigung kann das Glas milchweiss geflattert werden, und bei vollkommener Sättigung wird es unter der Abkühlung von selbst emailweiss.** | **Kohle mit dunkelgelbem Oxyd.** | **farblos erscheint, und, wenn es gesättigt ist, unter der Abkühlung milchweiss wird.** | **kelgelbem Oxyd, dessen Farbe nach dem völligen Erkalten erst richtig zum Vorschein kommt. Ein Zusatz von Zinn beschleunigt die Reduction.** |
| 10) Bleioxyd, PbO. | Leicht zum klaren, gelben Glase auflöslich, das unter der Abkühlung farblos wird, bei einem grossen Zusatze unklar geflattert werden kann und bei einem noch grösseren Zusatze unter der Abkühlung von selbst emailgelb wird. | Das oxydhaltige Glas breitet sich auf Kohle aus, wird trübe, kommt zum Kochen, das Blei wird reducirt und das Glas wird wieder klar; es hält aber schwer, dasselbe zur Perle zu bringen. | Wie zu Borax. Es ist aber eine grössere Menge von Oxyd erforderlich, um ein Glas hervorzubringen, das noch warm eine gelbe Farbe besitzt. | Das oxydhaltige Glas wird auf Kohle graulich und trübe. Bei Ueberschuss von Bleioxyd wird die Kohle mit gelbem Oxyd beschlagen. Durch Zinn wird das Glas nie undurchsichtig, sondern nur etwas trüber und dunkler - graulich, als ohne Zinn. |

| Metall-oxyde. | Verhalten zu Borax auf Platindraht | | Verhalten zu Phosphorsalz auf Platindraht | |
|---|---|---|---|---|
| | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. |
| 11) Zinnoxyd, $SnO_2$. | In geringer Menge und sehr träge zum klaren, farblosen Glase auflöslich, das unter der Abkühlung klar bleibt und auch nicht unklar geflattert werden kann. Ein gesättigtes, ganz kalt gewordenes Glas bis zum schwachen Glühen erhitzt, wird unklar, verliert seine runde Form und zeigt undeutliche Krystallisation. | Ein wenig oxydhaltiges Glas erleidet keine Veränderung. Aus einem Glase, welches viel Zinnoxyd enthält, kann auf Kohle ein Theil reducirt werden. | In geringer Menge und sehr träge zum klaren, farblosen Glase auflöslich, das auch unter der Abkühlung klar bleibt. | Das oxydhaltige Glas wird nicht verändert, weder auf Platindraht noch auf Kohle. |
| 12) Wismuthoxyd, $Bi_2O_3$. | Leicht zum klaren Glase auflöslich, das bei einem geringeren Zusatze warm gelb und nach der Abkühlung farblos wird. Von | Auf Kohle wird das Glas anfangs grau und trübe, dann fängt es an zu kochen, wobei das Wismuth reducirt wird, und be- | Eine geringe Menge zum klaren, farblosen Glase löslich. Ein grösserer Zusatz giebt ein Glas, das in der Wärme gelb und nach | Auf Kohle, vorzüglich wenn Zinn zugesetzt wird, bleibt das Glas in der Wärme zwar farblos und klar, wird aber unter der Abküh- |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | einem grösseren Zusatze ist es in der Wärme gelblich roth, wird unter der Abkühlung gelb und nach völligem Erkalten opalartig. | kommt endlich die völlige Klarheit wieder. Mit Zinn wird es anfangs grau, dann wird alles Wismuth ausgefällt und das Glas erscheint klar und farblos. | dem Erkalten farblos ist. Bei einem gewissen Zusatze kann das Glas emailweiss geflattert werden; von einem grösseren Zusatze wird es unter der Abkühlung von selbst emailweiss. | lung schwarzgrau und undurchsichtig. |
| 13) Uranoxyd, $U_2 O_3$. | Verhält sich wie Eisenoxyd. Die Farben sind aber etwas heller. Auch kann das Glas bei starker Sättigung emailgelb geflattert werden. | Giebt dieselben Farben wie Eisenoxyd. Das grüne, bis zu einem gewissen Grade gesättigte Glas kann schwarz geflattert werden; es wird aber weder emailähnlich, noch krystallinisch. Auf Kohle mit Zinn bekommt das Glas eine dunkelgrüne Farbe. | Zum klaren, gelben Glase löslich, dessen Farbe unter der Abkühlung gelbgrün wird. | Das oxydhaltige Glas wird schön grün und unter der Abkühlung noch schöner und reiner grün. Zinn bringt auf Kohle weiter keine Veränderung hervor. |

| Metalloxyde. | Verhalten zu Borax auf Platindraht | | Verhalten zu Phosphorsalz auf Platindraht | |
|---|---|---|---|---|
| | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. |
| 14) Kupferoxyd, $CuO$. | Färbt ziemlich intensiv. Ein geringer Zusatz giebt ein Glas, das in der Wärme grün ist und unter der Abkühlung blau wird. Von einem grossen Zusatze ist das Glas in der Wärme so dunkelgrün, dass es undurchsichtig erscheint; unter der Abkühlung wird es aber durchsichtig und grünlich blau. | Bei einer gewissen Sättigung wird das kupferoxydhaltige Glas bald farblos, aber im Augenblicke des Gestehens nimmt es eine rothe Farbe an und wird undurchsichtig. Durch anhaltendes Feuer wird das Kupfer auf Kohle metallisch ausgefällt und das Glas wird farblos. Durch Zusatz von Zinn wird das Glas unter der Abkühlung braunroth und undurchsichtig. | Wird von derselben Menge Oxyd nicht so stark gefärbt als Borax. Ein geringer Zusatz giebt ein warm grünes, kalt blaues Glas. Ein grosser Zusatz warm ein schön grünes Glas, das unter der Abkühlung ebenfalls blau wird. Von einem sehr grossen Zusatze ist das Glas in der Wärme undurchsichtig und nach dem Erkalten grünlich blau. | Ein ziemlich gesättigtes Glas bekommt bei gutem Feuer eine ganz dunkelgrüne Farbe und wird unter der Abkühlung in dem Augenblicke, als es gesteht, undurchsichtig braunroth. Ein sehr wenig Oxyd enthaltendes Glas auf Kohle, mit Zinn behandelt, wird unter der Abkühlung ebenfalls undurchsichtig braunroth. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 15) Quecksilberoxyd, $HgO$. | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16) Silberoxyd, $AgO$. | Wird zum Theil aufgelöst, zum Theil auch reducirt. Das Glas wird unter der Abkühlung nach der ungleichen Menge des aufgelösten Oxydes milchweiss oder opalartig. Metallisches Silber, mit Borax geschmolzen, giebt dasselbe Glas. | Auf Kohle wird das oxydhaltige Glas anfangs graulich von vertheiltem reducirten Silber, später aber klar und farblos, wenn das Silber ausgefällt und zum Korne geschmolzen ist. | Sowohl das Oxyd, als das metallische Silber giebt ein gelbliches Glas, das von einem grösseren Silbergehalte opalfarben wird und gegen das Tageslicht gelblich und gegen Feuerschein röthlich erscheint. | Wie zu Borax. |
| 17) Platinoxyd, $PtO_2$. 18) Palladiumox., $PdO_2$. 19) Rhodiumoxyd, $R_2O_3$. 20) Iridiumsesquiox., $Ir_2O_3$. 21) Rutheniumoxyd, $Ru_2O_3$. | Werden, ohne sich aufzulösen, reducirt; das reducirte Metall kann aber selbst auf Kohle nicht zum Korne vereinigt werden. | Eben so. | Wie zu Borax. | Eben so. |

| Metalloxyde. | Verhalten zu Borax auf Platindraht | | Verhalten zu Phosphorsalz auf Platindraht | |
|---|---|---|---|---|
| | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. |
| 22) Osmiumoxyd, $OsO_2$. | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23) Goldoxyd, $Au_2O_3$. | Wird, ohne sich aufzulösen, reducirt und kann auf Kohle zum Goldkorne geschmolzen werden. | Eben so. | Wie zu Borax. | Eben so. |
| 24) Titansäure, $TiO_2$ | Leicht zu klarem Glase löslich, das von einem geringen Zusatze in der Wärme farblos, bei grösserem Zusatze aber gelb und nach dem Erkalten farblos ist. Bei einem gewissen Zusatze kann es emailweiss geflattert werden und von einem grossen Zusatze wird | Bei einem geringen Zusatze wird das Glas gelb, bei einem grösseren dunkelgelb bis braun. Ein gesättigtes Glas kann emailblau geflattert werden. | Leicht zum klaren Glase löslich, das von einem gewissen Zusatze in der Wärme gelb und nach dem Erkalten farblos ist. | Das im Oxydationsfeuer behandelte Glas verändert sich so: dass es in der Wärme gelb aussieht, unter der Abkühlung sich aber röthet und eine schöne violette Farbe annimmt. Von einem zu grossen Zusatze wird die Farbe so tief, dass das Glas undurch- |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | es von selbst emailweiss unter der Abkühlung. | | | sichtig, aber nicht emailähnlich wird. War die Titansäure nicht frei von Eisen, so wird das Glas unter der Abkühlung braungelb bis braunroth. Ein Zusatz von Zinn schafft die Farbe des Eisens fort und das Glas erscheint violett. |
| 25) Tantalsäure, $TaO_3$. | Leicht zu einem klaren, farblosen Glase auflöslich, das bei einem gewissen Zusatze unklar geflattert werden kann und bei einem grösseren Zusatze unter der Abkühlung von selbst emailweiss wird. | Wie im Oxydationsfeuer. | In grosser Menge zum klaren Glase löslich, das bei einem sehr starken Zusatze in der Wärme gelblich erscheint, unter der Abkühlung aber farblos wird. | Das im Oxydationsfeuer gebildete Glas erleidet keine Veränderung; auch wird es, nach H. Rose, bei einem Zusatze von Eisenvitriol nicht blutroth. |

| Metalloxyde. | Verhalten zu Borax auf Platindraht | | Verhalten zu Phosphorsalz auf Platindraht | |
|---|---|---|---|---|
| | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. |
| 26) Niobsäure. | Verhält sich wie Tantalsäure, nur kann das Glas erst bei einem grösseren Zusatze unklar geflattert werden. Bei einem noch grösseren Zusatze erscheint das Glas in der Wärme klar und gelblich, wird aber unter der Abkühlung unklar und beim völligen Erkalten weiss. | Ein im Oxydationsfeuer gebildetes Glas, welches unter der Abkühlung opalisirt, wird im Reductionsfeuer wieder klar. Bei einem stärkeren Zusatze wird es unter der Abkühlung trübe und blaulich grau. Bei einem sehr starken Zusatze wird es ganz unklar und blaulich grau. | In grosser Menge zum klaren, farblosen Glase auflöslich. | Bei einem nicht zu starken Zusatze wird das Glas nicht verändert; bei einem stärkeren Zusatze wird es violett; bei einem noch stärkeren Zusatze wird es schön und rein blau (wie von Wolframsäure), und wenn zu diesem letzteren Glase etwas Eisenvitriol gesetzt wird, so wird es tief blutroth. (Bei einem Zusatze von Eisenoxyd erscheint die Perle in der Wärme dunkelgelb und nach der Abkühlung hellgelb.) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 27) Niobige Säure. | Verhält sich wie Tantalsäure. | Ein so weit gesättigtes Glas, dass es unter der Abkühlung von selbst unklar wird, nimmt eine graulich-weisse Farbe an. | In grosser Menge zum klaren, farblosen Glase auflöslich. | Bei hinreichend starkem Zusatze wird das Glas braun, mit einem Stich ins Violette. (Die braune Farbe kann sehr leicht auf Kohle hervorgebracht werden.) Durch einen Zusatz von Eisenvitriol wird die Perle blutroth. |
| 28) Antimonoxyd, $SbO_3$ | In grosser Menge zum klaren Glase auflöslich, das in der Wärme gelblich erscheint, unter der Abkühlung aber fast ganz farblos wird. Auf Kohle kann das aufgelöste Oxyd verblasen werden, so dass ein Zusatz von Zinn dann keine Veränderung hervorbringt. | Das im Oxydationsfeuer nur kurze Zeit behandelte Glas wird graulich und trübe von reducirten Antimontheilen; diese verflüchtigen sich aber und das Glas wird klar. Mit Zinn wird das Glas aschgrau bis schwarz, je nachdem es wenig oder viel Oxyd enthält. | Unter Kochen zum klaren, in der Wärme nur schwach gelblich erscheinenden Glase auflöslich. | Auf Kohle wird das gesättigte Glas anfangs trübe, später aber wieder klar, indem das Antimon reducirt und verflüchtigt wird. Durch Zinn wird das Glas grau von reducirtem Antimon, nach längerem Blasen aber wieder klar. Auch wenn das Glas sehr wenig Oxyd enthält, bringt Zinn eine grauliche Trübung hervor. |

| Metall-oxyde. | Verhalten zu Borax auf Platindraht | | Verhalten zu Phosphorsalz auf Platindraht. | |
|---|---|---|---|---|
| | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. |
| 8) Zinkoxyd, ZnO. | Leicht zum klaren, farblosen Glase auflöslich, das bei einem sehr grossen Zusatze emailartig geflattert werden kann und bei einem noch grösseren Zusatze unter der Abkühlung von selbst emailartig wird. Bei einem nicht zu geringen Zusatz erscheint das Glas in der Wärme schwach gelb, wird aber unter der Abkühlung farblos. | Auf Platindraht wird das gesättigte Glas beim ersten Anblasen unklar und graulich, nach längerem Blasen aber wieder klar. Auf Kohle wird das Oxyd nach und nach reducirt; das Metall verflüchtigt sich und beschlägt die Kohle mit Zinkrauch. | Wie zu Borax. | Wie zu Borax. |
| 9) Kadmiumoxyd, CdO. | In sehr grosser Menge zu einem klaren, gelblichen Glase auflöslich, dessen Farbe unter der Abkühlung beinahe verschwindet. | Auf Kohle kommt das kadmiumhaltige Glas zum Kochen. Das Kadmium wird reducirt, das Metall verflüchtigt sich und beschlägt die | In sehr grosser Menge zum klaren Glase auflöslich, das bei einem starken Zusatze in der Wärme gelblich und nach der Abkühlung | Auf Kohle wird das Kadmium langsam und unvollständig reducirt. Das reducirte Metall beschlägt die Kohle ganz schwach mit dun- |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Bei ziemlicher Sättigung kann das Glas milchweiss geflattert werden, und bei vollkommener Sättigung wird es unter der Abkühlung von selbst emailweiss. | Kohle mit dunkelgelbem Oxyd. | farblos erscheint, und, wenn es gesättigt ist, unter der Abkühlung milchweiss wird. | kelgelbem Oxyd, dessen Farbe nach dem völligen Erkalten erst richtig zum Vorschein kommt. Ein Zusatz von Zinn beschleunigt die Reduction. |
| 10) Bleioxyd, PbO. | Leicht zum klaren, gelben Glase auflöslich, das unter der Abkühlung farblos wird, bei einem grossen Zusatze unklar geflattert werden kann und bei einem noch grösseren Zusatze unter der Abkühlung von selbst emailgelb wird. | Das oxydhaltige Glas breitet sich auf Kohle aus, wird trübe, kommt zum Kochen, das Blei wird reducirt und das Glas wird wieder klar; es hält aber schwer, dasselbe zur Perle zu bringen. | Wie zu Borax. Es ist aber eine grössere Menge von Oxyd erforderlich, um ein Glas hervorzubringen, das noch warm eine gelbe Farbe besitzt. | Das oxydhaltige Glas wird auf Kohle graulich und trübe. Bei Ueberschuss von Bleioxyd wird die Kohle mit gelbem Oxyd beschlagen. Durch Zinn wird das Glas nie undurchsichtig, sondern nur etwas trüber und dunkler-graulich, als ohne Zinn. |

# B. Phosphorsalz.

1) Oxydirende Flamme.

| Farben der Perlen. | Substanzen, welche diese Farben | | | |
|---|---|---|---|---|
| | in der heissen Perle zeigen. | | in der kalten Perle zeigen | |
| Farblos. | Kieselerde (sehr wenig löslich) | Auch bei starker Sättigung. | Kieselerde (sehr wenig löslich). | |
| | Thonerde | | Thonerde | |
| | Zinnoxyd (11) | | Zinnoxyd (11) | |
| | Tellurige Säure (34) | | Tellurige Säure (34) | Durch Flattern unklar (weiss). |
| | Baryterde | | Baryterde | |
| | Strontianerde | | Strontianerde | |
| | Kalkerde | | Kalkerde | |
| | Talkerde | | Talkerde | |
| | Beryllerde | | Beryllerde | |
| | Yttererde | | Yttererde | |
| | Zirkonerde | | Zirkonerde | |
| | Thorerde | | Thorerde | |
| | Lanthanoxyd (2) | | Lanthanoxyd (2) | |
| | | | Ceroxyd (1) | |
| | Niobsäure (26) | | Niobsäure (26) | |
| | Niobige Säure (27) | | Niobige Säure (27) | |
| | Tantalsäure (25) | | Tantalsäure (25) | |
| | Titansäure (24) | Nur bei schwächerer Sättigung. (Bei starker: gelblich oder gelb.) | Titansäure (24) | |
| | Wolframsäure (29) | | Wolframsäure (29) | |
| | Zinkoxyd (8) | | Zinkoxyd (8) | |
| | Kadmiumoxyd (9) | | Kadmiumoxyd (9) | |
| | Bleioxyd (10) | | Bleioxyd (10) | |
| | Wismuthoxyd (12) | | Wismuthoxyd (12) | |

| | | |
|---|---|---|
| Gelb, rothgelb bis roth und rothbraun. | Tantalsäure (25)<br>Titansäure (24)<br>Wolframsäure (29)<br>Zinkoxyd (8)<br>Kadmiumoxyd (9)<br>Bleioxyd (10)<br>Wismuthoxyd (12)<br>Antimonoxyd (28)<br>} Bei starker Sättigung.<br>Silberoxyd (16)<br>Ceroxyd (1)<br>Eisenoxyd (5)<br>Nickeloxyd (7)<br>Uranoxyd (13)<br>Vanadinsäure (31)<br>Chromoxyd (32) | Silberoxyd (16)<br><br>Eisenoxyd (5)<br>Nickeloxyd (7)<br>Uranoxyd (13) (gelbgrün).<br>Vanadinsäure (31). |
| Violett. (Amethystfarben.) | Manganoxyd (4)<br>Didymoxyd (3) | Manganoxyd (4)<br>Didymoxyd (3) |
| Blau. | Kobaltoxyd (6) | Kobaltoxyd (6)<br>Kupferoxyd (14) (bis grünlich blau). |
| Grün. | Kupferoxyd (14)<br>Molybdänsäure (30) (gelbgrün). | Molybdänsäure (30) (schwach gelbgrün).<br>Uranoxyd (13) (gelbgrün).<br>Chromoxyd (32) (smaragdgrün). |

# B. Phosphorsalz.

2) Reducirende Flamme.

| Farben der Perlen. | Substanzen, welche diese Farben in der heissen Perle zeigen. | | Substanzen, welche diese Farben in der kalten Perle zeigen. | |
|---|---|---|---|---|
| Farblos. | Kieselerde (sehr wenig löslich). | | Kieselerde (sehr wenig löslich). | |
| | Thonerde | | Thonerde | |
| | Zinnoxyd (11) | | Zinnoxyd (11) | |
| | Baryterde | | Baryterde | |
| | Strontianerde | | Strontianerde | Durch Flattern unklar (weiss). |
| | Kalkerde | | Kalkerde | |
| | Talkerde | | Talkerde | |
| | Beryllerde | | Beryllerde | |
| | Yttererde | | Yttererde | |
| | Zirkonerde | | Zirkonerde | |
| | Thorerde | | Thorerde | |
| | Lanthanoxyd (2) | | Lanthanoxyd (2) | |
| | Ceroxyd (1) | | Ceroxyd (1) | |
| | Didymoxyd (3) | | Didymoxyd (3) | |
| | Manganoxyd (4) | | Manganoxyd (4) | |
| | Tantalsäure (25) | Bei längerem Blasen. (Sonst grau.) | Tantalsäure (25) | |
| | Silberoxyd (16) | | Silberoxyd (16) | |
| | Zinkoxyd (8) | | Zinkoxyd (8) | Bei längerem Blasen. (Sonst grau.) |
| | Kadmiumoxyd (9) | | Kadmiumoxyd (9) | |
| | Bleioxyd (10) | | Bleioxyd (10) | |
| | Wismuthoxyd (12) | | Wismuthoxyd (12) | |
| | Antimonoxyd (28) | | Antimonoxyd (28) | |
| | Nickeloxyd (7) | | Nickeloxyd (7) | |
| | Tellurige Säure (34) | | Tellurige Säure (34) | |

| | | |
|---|---|---|
| Gelb, röthlich, roth bis blutroth und braun. | Eisenoxyd (5) (roth)<br>Titansäure (24) (gelb)<br>Niobige Säure (27) (braun)<br>Eisenhaltige Titansäure (blutroth)<br>— Niobsäure (desgl.)<br>— Niobige Säure (desgl.)<br>— Wolframsäure (desgl.)<br>Vanadinsäure (31) (bräunlich)<br>Chromoxyd (32) (röthlich) | Eisenoxyd (5)<br>Niobige Säure (27)<br>Eisenhaltige Titansäure<br>— Niobsäure<br>— Niobige Säure<br>— Wolframsäure |
| Violett. (Amethystfarben.) | Niobsäure (26) (bei stärkerer Sättigung). | Niobsäure (26) (bei stärkerer Sätt.).<br>Titansäure (24) |
| Blau. | Kobaltoxyd (6)<br>Wolframsäure (29)<br>Niobsäure (26) (bei sehr starker Sättigung). | Kobaltoxyd (6)<br>Wolframsäure (29)<br>Niobsäure (26) (bei sehr starker Sätt.). |
| Grün. | Uranoxyd (13)<br>Molybdänsäure (30) | Uranoxyd (13)<br>Molybdänsäure (30)<br>Vanadinsäure (31)<br>Chromoxyd (32) |
| Grau und trübe. (Die Trübung tritt oft erst während der Abkühlung deutlich hervor.) | Silberoxyd (16)<br>Zinkoxyd (8)<br>Kadmiumoxyd (9)<br>Bleioxyd (10)<br>Wismuthoxyd (12)<br>Antimonoxyd (28)<br>Nickeloxyd (7)<br>Tellurige Säure (34) | |
| Roth bis rothbraun und trübe. Desgl. | Kupferoxyd (14) | Kupferoxyd (14) |

## Tabelle II.

| Metall-oxyde. | Verhalten zu Borax auf Platindraht | | Verhalten zu Phosphorsalz auf Patindraht | |
|---|---|---|---|---|
| | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. |
| 1) Ceroxyd, $Ce_2 O_3$. | Zum rothen oder dunkelgelben Glase auflöslich (ähnlich wie Eisenoxyd). Die Farbe nimmt während der Abkühlung ab und wird nur gelb. Das Glas kann bei einer gewissen Sättigung emailartig geflattert werden, bei noch stärkerer Sättigung wird es von selbst emailartig. | Die Farbe des oxydhaltigen Glases wird heller, so dass ein nur gelbes Glas ganz farblos wird. Bei sehr starker Sättigung wird das Glas während der Abkühlung emailweiss und krystallinisch. | Wie zu Borax. Die Farbe verschwindet aber ganz bei der Abkühlung. | Das Glas ist sowohl warm als kalt ganz farblos, wodurch es sich vom Eisen unterscheidet. Auch bleibt das Glas bei starker Sättigung klar. |
| 2) Lanthanoxyd, La O. | Zum farblosen Glase auflöslich, das bei einer gewissen Sättigung emailweiss geflattert werden kann und bei stärkerer Sät- | Wie im Oxydationsfeuer. | Wie zu Borax. | 0 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | tigung unter der Abkühlung von selbst emailartig wird. | | | |
| 3) Didymoxyd, D O. | Zum klaren, dunkel amethystfarbenen Glase auflöslich. | 0 | Wie zu Borax. | 0 |
| 4) Manganoxyd, $Mn_2O_3$. | Färbt sehr intensiv: warm violett (amethystfarbig), kalt roth, jedoch ein wenig ins Violette fallend. Ein zu starker Zusatz bringt ein Glas hervor, welches ganz schwarz aussieht, platt gedrückt aber durchsichtig ist. | Das gefärbte Glas wird ganz farblos. Ist das Glas sehr dunkel gefärbt, so gelingt die Reduction auf Kohle und vorzüglich mit Zinn besser, als auf Platindraht. | Erst von einem grossen Zusatze ein violettes Glas; aber von keinem Zusatze ein so dunkles, dass es undurchsichtig erscheint. Hält das Glas sehr wenig Oxyd und ist es ganz farblos, so wird durch Salpeter die Farbe hervorgebracht. Ein oxydhaltiges Glas, schmelzend erhalten, kocht und giebt Gas aus. | Das gefärbte Glas wird augenblicklich farblos, sowohl auf Platindraht, als auf Kohle; nach der Reduction fliesst es ganz ruhig. |

| Metall-oxyde. | Verhalten zu Borax auf Platindraht | | Verhalten zu Phosphorsalz auf Platindraht | |
|---|---|---|---|---|
| | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. | im Oxydationsfeuer | im Reductionsfeuer. |
| 5) Eisenoxyd, $Fe_2O_3$. | Das Glas wird von einem geringen Zusatz warm gelb, kalt farblos; von einem grösseren Zusatz warm roth und unter der Abkühlung gelb, und von einem noch grösseren Zusatz warm dunkelroth und nach dem Erkalten dunkelgelb. | Auf Platindraht wird das Glas bouteillengrün. Auf Kohle mit Zinn wird das oxydhaltige Glas erst bouteillengrün und nach längerem Blasen vitriolgrün. Das im Reductionsfeuer auf Platindraht behandelte Glas wird aber mit Zinn sogleich vitriolgrün. | Das Glas wird von einem gewissen Zusatze gelblich roth, unter der Abkühlung aber zuerst gelb, dann grünlich und zuletzt farblos. Von einem sehr grossen Zusatze warm dunkelroth, unter der Abkühlung braunroth, dann schmutzig grün, und wenn es ganz kalt ist, bräunlich roth. Die Farben verschwinden unter der Abkühlung weit eher, als im Boraxglase. | Bei einem geringen Zusatze scheint das Glas nicht verändert zu werden; bei einem grösseren erscheint es in der Wärme roth und wird unter der Abkühlung gelb, dann grünlich und nach völligem Erkalten röthlich. Durch Zinn wird das Glas beim Erkalten grün u. zuletzt farblos. |
| 6) Kobaltoxyd, CoO. | Färbt sehr intensiv: warm und kalt rein smalteblau. Bei grossem Zusatz wird das | Wie im Oxydationsfeuer. | Wie zu Borax; die Färbung ist jedoch nicht so intensiv. Auch wird die Farbe unter | Wie im Oxydationsfeuer. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Glas so tief dunkelblau, dass es schwarz aussieht. | | der Abkühlung etwas lichter. | |
| 7) Nickeloxyd, Ni O. | Färbt intensiv. Ein geringer Zusatz giebt ein Glas, das in der Wärme violett und nach der Abkühlung blass rothbraun, von einem noch grösseren Zusatze in der Wärme dunkelviolett und nach der Abkühlung rothbraun erscheint. | Das oxydhaltige Glas wird grau und trübe oder ganz undurchsichtig, von fein zertheiltem metallischen Nickel. Bei fortgesetztem Blasen hängt sich das Nickel an einander, ohne zu einem Korne zu schmelzen, und das Glas wird farblos. Auf Kohle und vorzüglich mit Zinn geschieht es noch schneller und das reducirte Nickel vereinigt sich dann mit dem Zinn zu einem Korne. | Zu einem röthlichen Glase auflöslich, das unter der Abkühlung gelb wird. Von einem grösseren Zusatze erscheint das Glas in der Wärme braunroth und nach dem Erkalten röthlich gelb. | Auf Platindraht scheint das oxydhaltige Glas nicht verändert zu werden. Auf Kohle, mit Zinn behandelt, wird es im Anfange undurchsichtig und grau, aber nach längerem Blasen wird das Nickel ausgefällt und das Glas wird farblos. |

| Metalloxyde. | Verhalten zu Borax auf Platindraht | | Verhalten zu Phosphorsalz auf Platindraht. | |
|---|---|---|---|---|
| | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. |
| 8) Zinkoxyd, ZnO. | Leicht zum klaren, farblosen Glase auflöslich, das bei einem sehr grossen Zusatze emailartig geflattert werden kann und bei einem noch grösseren Zusatze unter der Abkühlung von selbst emailartig wird. Bei einem nicht zu geringen Zusatz erscheint das Glas in der Wärme schwach gelb, wird aber unter der Abkühlung farblos. | Auf Platindraht wird das gesättigte Glas beim ersten Anblasen unklar und graulich, nach längerem Blasen aber wieder klar. Auf Kohle wird das Oxyd nach und nach reducirt; das Metall verflüchtigt sich und beschlägt die Kohle mit Zinkrauch. | Wie zu Borax. | Wie zu Borax. |
| 9) Kadmiumoxyd, CdO. | In sehr grosser Menge zu einem klaren, gelblichen Glase auflöslich, dessen Farbe unter der Abkühlung beinahe verschwindet. | Auf Kohle kommt das kadmiumhaltige Glas zum Kochen. Das Kadmium wird reducirt, das Metall verflüchtigt sich und beschlägt die | In sehr grosser Menge zum klaren Glase auflöslich, das bei einem starken Zusatze in der Wärme gelblich und nach der Abkühlung | Auf Kohle wird das Kadmium langsam und unvollständig reducirt. Das reducirte Metall beschlägt die Kohle ganz schwach mit dun- |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Bei ziemlicher Sättigung kann das Glas milchweiss geflattert werden, und bei vollkommener Sättigung wird es unter der Abkühlung von selbst emailweiss. | Kohle mit dunkelgelbem Oxyd. | farblos erscheint, und, wenn es gesättigt ist, unter der Abkühlung milchweiss wird. | kelgelbem Oxyd, dessen Farbe nach dem völligen Erkalten erst richtig zum Vorschein kommt. Ein Zusatz von Zinn beschleunigt die Reduction. |
| 10) Bleioxyd, PbO. | Leicht zum klaren, gelben Glase auflöslich, das unter der Abkühlung farblos wird, bei einem grossen Zusatze unklar geflattert werden kann und bei einem noch grösseren Zusatze unter der Abkühlung von selbst emailgelb wird. | Das oxydhaltige Glas breitet sich auf Kohle aus, wird trübe, kommt zum Kochen, das Blei wird reducirt und das Glas wird wieder klar; es hält aber schwer, dasselbe zur Perle zu bringen. | Wie zu Borax. Es ist aber eine grössere Menge von Oxyd erforderlich, um ein Glas hervorzubringen, das noch warm eine gelbe Farbe besitzt. | Das oxydhaltige Glas wird auf Kohle graulich und trübe. Bei Ueberschuss von Bleioxyd wird die Kohle mit gelbem Oxyd beschlagen. Durch Zinn wird das Glas nie undurchsichtig, sondern nur etwas trüber und dunkler - graulich, als ohne Zinn. |

| Metall-oxyde. | Verhalten zu Borax auf Platindraht | | Verhalten zu Phosphorsalz auf Platindraht | |
|---|---|---|---|---|
| | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. |
| 11) Zinnoxyd, $SnO_2$. | In geringer Menge und sehr träge zum klaren, farblosen Glase auflöslich, das unter der Abkühlung klar bleibt und auch nicht unklar geflattert werden kann. Ein gesättigtes, ganz kalt gewordenes Glas bis zum schwachen Glühen erhitzt, wird unklar, verliert seine runde Form und zeigt undeutliche Krystallisation. | Ein wenig oxydhaltiges Glas erleidet keine Veränderung. Aus einem Glase, welches viel Zinnoxyd enthält, kann auf Kohle ein Theil reducirt werden. | In geringer Menge und sehr träge zum klaren, farblosen Glase auflöslich, das auch unter der Abkühlung klar bleibt. | Das oxydhaltige Glas wird nicht verändert, weder auf Platindraht noch auf Kohle. |
| 12) Wismuthoxyd, $Bi_2O_3$. | Leicht zum klaren Glase auflöslich, das bei einem geringeren Zusatze warm gelb und nach der Abkühlung farblos wird. Von | Auf Kohle wird das Glas anfangs grau und trübe, dann fängt es an zu kochen, wobei das Wismuth reducirt wird, und be- | Eine geringe Menge zum klaren, farblosen Glase löslich. Ein grösserer Zusatz giebt ein Glas, das in der Wärme gelb und nach | Auf Kohle, vorzüglich wenn Zinn zugesetzt wird, bleibt das Glas in der Wärme zwar farblos und klar, wird aber unter der Abküh- |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | einem grösseren Zusatze ist es in der Wärme gelblich roth, wird unter der Abkühlung gelb und nach völligem Erkalten opalartig. | kommt endlich die völlige Klarheit wieder. Mit Zinn wird es anfangs grau, dann wird alles Wismuth ausgefällt und das Glas erscheint klar und farblos. | dem Erkalten farblos ist. Bei einem gewissen Zusatze kann das Glas emailweiss geflattert werden; von einem grösseren Zusatze wird es unter der Abkühlung von selbst emailweiss. | lung schwarzgrau und undurchsichtig. |
| 13) Uranoxyd, $U_2 O_3$. | Verhält sich wie Eisenoxyd. Die Farben sind aber etwas heller. Auch kann das Glas bei starker Sättigung emailgelb geflattert werden. | Giebt dieselben Farben wie Eisenoxyd. Das grüne, bis zu einem gewissen Grade gesättigte Glas kann schwarz geflattert werden; es wird aber weder emailähnlich, noch krystallinisch. Auf Kohle mit Zinn bekommt das Glas eine dunkelgrüne Farbe. | Zum klaren, gelben Glase löslich, dessen Farbe unter der Abkühlung gelbgrün wird. | Das oxydhaltige Glas wird schön grün und unter der Abkühlung noch schöner und reiner grün. Zinn bringt auf Kohle weiter keine Veränderung hervor. |

| Metall-oxyde. | Verhalten zu Borax auf Platindraht | | Verhalten zu Phosphorsalz auf Platindraht | |
|---|---|---|---|---|
| | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. |
| 14) Kupferoxyd, CuO. | Färbt ziemlich intensiv. Ein geringer Zusatz giebt ein Glas, das in der Wärme grün ist und unter der Abkühlung blau wird. Von einem grossen Zusatze ist das Glas in der Wärme so dunkelgrün, dass es undurchsichtig erscheint; unter der Abkühlung wird es aber durchsichtig und grünlich blau. | Bei einer gewissen Sättigung wird das kupferoxydhaltige Glas bald farblos, aber im Augenblicke des Gestehens nimmt es eine rothe Farbe an und wird undurchsichtig. Durch anhaltendes Feuer wird das Kupfer auf Kohle metallisch ausgefällt und das Glas wird farblos. Durch Zusatz von Zinn wird das Glas unter der Abkühlung braunroth und undurchsichtig. | Wird von derselben Menge Oxyd nicht so stark gefärbt als Borax. Ein geringer Zusatz giebt ein warm grünes, kalt blaues Glas. Ein grosser Zusatz warm ein schön grünes Glas, das unter der Abkühlung ebenfalls blau wird. Von einem sehr grossen Zusatze ist das Glas in der Wärme undurchsichtig und nach dem Erkalten grünlich blau. | Ein ziemlich gesättigtes Glas bekommt bei gutem Feuer eine ganz dunkelgrüne Farbe und wird unter der Abkühlung in dem Augenblicke, als es gesteht, undurchsichtig braunroth. Ein sehr wenig Oxyd enthaltendes Glas auf Kohle, mit Zinn behandelt, wird unter der Abkühlung ebenfalls undurchsichtig braunroth. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 15) Quecksilberoxyd, HgO. | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16) Silberoxyd, AgO. | Wird zum Theil aufgelöst, zum Theil auch reducirt. Das Glas wird unter der Abkühlung nach der ungleichen Menge des aufgelösten Oxydes milchweiss oder opalartig. Metallisches Silber, mit Borax geschmolzen, giebt dasselbe Glas. | Auf Kohle wird das oxydhaltige Glas anfangs graulich von vertheiltem reducirten Silber, später aber klar und farblos, wenn das Silber ausgefällt und zum Korne geschmolzen ist. | Sowohl das Oxyd, als das metallische Silber giebt ein gelbliches Glas, das von einem grösseren Silbergehalte opalfarben wird und gegen das Tageslicht gelblich und gegen Feuerschein röthlich erscheint | Wie zu Borax. |
| 17) Platinoxyd, $PtO_2$. 18) Palladiumox., $PdO_2$. 19) Rhodiumoxyd, $R_2O_3$. 20) Iridiumsesquiox., $Ir_2O_3$. 21) Rutheniumoxyd, $Ru_2O_3$. | Werden, ohne sich aufzulösen, reducirt; das reducirte Metall kann aber selbst auf Kohle nicht zum Korne vereinigt werden. | Eben so. | Wie zu Borax. | Eben so. |

| Metalloxyde. | Verhalten zu Borax auf Platindraht | | Verhalten zu Phosphorsalz auf Platindraht | |
|---|---|---|---|---|
| | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. |
| 22) Osmiumoxyd, $OsO_2$. | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23) Goldoxyd, $Au_2O_3$. | Wird, ohne sich aufzulösen, reducirt und kann auf Kohle zum Goldkorne geschmolzen werden. | Eben so. | Wie zu Borax. | Eben so. |
| 24) Titansäure, $TiO_2$ | Leicht zu klarem Glase löslich, das von einem geringen Zusatze in der Wärme farblos, bei grösserem Zusatze aber gelb und nach dem Erkalten farblos ist. Bei einem gewissen Zusatze kann es emailweiss geflattert werden und von einem grossen Zusatze wird | Bei einem geringen Zusatze wird das Glas gelb, bei einem grösseren dunkelgelb bis braun. Ein gesättigtes Glas kann emailblau geflattert werden. | Leicht zum klaren Glase löslich, das von einem gewissen Zusatze in der Wärme gelb und nach dem Erkalten farblos ist. | Das im Oxydationsfeuer behandelte Glas verändert sich so: dass es in der Wärme gelb aussieht, unter der Abkühlung sich aber röthet und eine schöne violette Farbe annimmt. Von einem zu grossen Zusatze wird die Farbe so tief, dass das Glas undurch- |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | es von selbst emailweiss unter der Abkühlung. | | | sichtig, aber nicht emailähnlich wird. War die Titansäure nicht frei von Eisen, so wird das Glas unter der Abkühlung braungelb bis braunroth. Ein Zusatz von Zinn schafft die Farbe des Eisens fort und das Glas erscheint violett. |
| 25) Tantalsäure, $TaO_3$. | Leicht zu einem klaren, farblosen Glase auflöslich, das bei einem gewissen Zusatze unklar geflattert werden kann und bei einem grösseren Zusatze unter der Abkühlung von selbst emailweiss wird. | Wie im Oxydationsfeuer. | In grosser Menge zum klaren Glase löslich, das bei einem sehr starken Zusatze in der Wärme gelblich erscheint, unter der Abkühlung aber farblos wird. | Das im Oxydationsfeuer gebildete Glas erleidet keine Veränderung; auch wird es, nach H. Rose, bei einem Zusatze von Eisenvitriol nicht blutroth. |

| Metalloxyde. | Verhalten zu Borax auf Platindraht | | Verhalten zu Phosphorsalz auf Platindraht | |
|---|---|---|---|---|
| | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. |
| 26) Niobsäure. | Verhält sich wie Tantalsäure, nur kann das Glas erst bei einem grösseren Zusatze unklar geflattert werden. Bei einem noch grösseren Zusatze erscheint das Glas in der Wärme klar und gelblich, wird aber unter der Abkühlung unklar und beim völligen Erkalten weiss. | Ein im Oxydationsfeuer gebildetes Glas, welches unter der Abkühlung opalisirt, wird im Reductionsfeuer wieder klar. Bei einem stärkeren Zusatze wird es unter der Abkühlung trübe und blaulich grau. Bei einem sehr starken Zusatze wird es ganz unklar und blaulich grau. | In grosser Menge zum klaren, farblosen Glase auflöslich. | Bei einem nicht zu starken Zusatze wird das Glas nicht verändert; bei einem stärkeren Zusatze wird es violett; bei einem noch stärkeren Zusatze wird es schön und rein blau (wie von Wolframsäure), und wenn zu diesem letzteren Glase etwas Eisenvitriol gesetzt wird, so wird es tief blutroth. (Bei einem Zusatze von Eisenoxyd erscheint die Perle in der Wärme dunkelgelb und nach der Abkühlung hellgelb.) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 27) Niobige Säure. | Verhält sich wie Tantalsäure. | Ein so weit gesättigtes Glas, dass es unter der Abkühlung von selbst unklar wird, nimmt eine graulich-weisse Farbe an. | In grosser Menge zum klaren, farblosen Glase auflöslich. | Bei hinreichend starkem Zusatze wird das Glas braun, mit einem Stich ins Violette. (Die braune Farbe kann sehr leicht auf Kohle hervorgebracht werden.) Durch einen Zusatz von Eisenvitriol wird die Perle blutroth. |
| 28) Antimonoxyd, $SbO_3$ | In grosser Menge zum klaren Glase auflöslich, das in der Wärme gelblich erscheint, unter der Abkühlung aber fast ganz farblos wird. Auf Kohle kann das aufgelöste Oxyd verblasen werden, so dass ein Zusatz von Zinn dann keine Veränderung hervorbringt. | Das im Oxydationsfeuer nur kurze Zeit behandelte Glas wird graulich und trübe von reducirten Antimontheilen; diese verflüchtigen sich aber und das Glas wird klar. Mit Zinn wird das Glas aschgrau bis schwarz, je nachdem es wenig oder viel Oxyd enthält. | Unter Kochen zum klaren, in der Wärme nur schwach gelblich erscheinenden Glase auflöslich. | Auf Kohle wird das gesättigte Glas anfangs trübe, später aber wieder klar, indem das Antimon reducirt und verflüchtigt wird. Durch Zinn wird das Glas grau von reducirtem Antimon, nach längerem Blasen aber wieder klar. Auch wenn das Glas sehr wenig Oxyd enthält, bringt Zinn eine grauliche Trübung hervor. |

| Metall-oxyde. | Verhalten zu Borax auf Platindraht | | Verhalten zu Phosphorsalz auf Platindraht | |
|---|---|---|---|---|
| | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. |
| 29) Wolframsäure, $WO_3$. | Leicht zum klaren, farblosen Glase löslich. Bei einem grossen Zusatze ist das Glas warm gelb, bei grösserem Zusatze kann es emailartig geflattert werden, und bei noch mehr wird es unter der Abkühlung von selbst emailweiss. | Bei einem geringen Zusatze wird das Glas nicht verändert, bei einem grösseren wird es gelb, bei einem noch grösseren in der Wärme dunkelgelb und unter der Abkühlung gelblich braun. Auf Kohle erfolgt diese Reaction mit einer geringen Menge. Zinn bringt bei nicht zu grosser Sättigung dunklere Farben hervor. | Zu klarem, farblosem Glase auflöslich, das erst bei starker Sättigung in der Wärme gelb erscheint | Das Glas wird rein blau. Enthält die Wolframsäure Eisen, so wird das Glas unter der Abkühlung braunroth (blutroth), wie von eisenhaltiger Titansäure. Durch Zinn wird das eisenhaltige Glas blau; ist aber der Eisengehalt bedeutend, so wird es grün. |
| 30) Molybdänsäure, $MoO_3$. | Zum klaren Glase auflöslich, das von einem grossen Zusatze in der Wärme gelb und nach dem Erkalten farblos, | Das im Oxydationsfeuer behandelte Glas wird bei nicht zu grossem Zusatz braun und bei einem grös- | Zum klaren Glase löslich, das von einem mässigen Zusatze in der Wärme gelbgrün ist und unter der Ab- | Das Glas wird ganz dunkel schmutzig grün gefärbt, bekommt aber nach der Abkühlung eine schöne grüne |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | von einem noch grösseren Zusatze in der Wärme dunkelgelb und beim Erkalten opalartig wird. Ein noch grösserer Zusatz giebt ein in der Wärme dunkelrothes und nach dem Erkalten email-blaulichgraues Glas. | seren ganz undurchsichtig. In gutem Feuer wird Molybdänoxyd abgeschieden, welches in Form von schwarzen Flöckchen in dem gelblich gewordenen Glase zu sehen ist. Erscheint das Glas undurchsichtig, so muss man es mit der Pincette breit drücken. | kühlung beinahe farblos wird. Auf Kohle wird das Glas ganz dunkel und nach der Abkühlung schön grün. | Farbe, ähnlich wie von Chromoxyd. Auf Kohle verhält es sich ebenso. Zinn färbt die grüne Farbe etwas dunkler. |
| 31) Vanadinsäure, $VO_3$. | Zum klaren Glase auflöslich, das von einem geringen Zusatze farblos und von einem grösseren gelb ist. | Das stark gelb gefärbte Glas verändert sich so, dass es noch heiss bräunlich erscheint und unter der Abkühlung schön chromgrün wird. | Wie zu Borax. | Wie zu Borax. |

| Metall-oxyde. | Verhalten zu Borax auf Platindraht | | Verhalten zu Phosphorsalz auf Platindraht | |
|---|---|---|---|---|
| | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. | im Oxydationsfeuer. | im Reductionsfeuer. |
| 32) Chromoxyd, $CrO_3$. | Färbt intensiv, löst sich aber träge. Von einem geringen Zusatze erscheint das Glas warm gelb, kalt gelbgrün; von einem grösseren Zusatze warm dunkelroth, unter der Abkühlung gelb, und wenn es kalt ist, schön grün, jedoch etwas gelblich | Das wenig gesättigte Glas ist warm und kalt schön grün. — Von einem grösseren Zusatze ist es dunkler oder rein smaragdgrün. Zinn bringt keine Veränderung hervor. | Zum klaren Glase auflöslich, das in der Wärme röthlich ist, unter der Abkühlung aber schmutzig grün wird und nach völligem Erkalten schön grün erscheint. | Wie im Oxydationsfeuer. Die Farben erscheinen aber etwas dunkler; ebenso auch mit Zinn. |
| 33) Arsenige Säure, $AsO_3$. | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 34) Tellurige Säure, $TeO_2$. | Zum klaren, farblosen Glase auflöslich, das auf Kohle grau und unklar von reducirten, fein zertheilten Metalltheilen wird. | Eben so. | Wie zu Borax. | Eben so. |

Durch die vorstehenden Tabellen lassen sich die darin angeführten 34 Substanzen nach ihrem Verhalten zu Borax und Phosphorsalz unterscheiden: wenn man es mit einer einzelnen dieser Substanzen zu thun hat. Soll dagegen ein Gemenge oder eine chemische Verbindung mehrerer derselben untersucht werden, so hat man zu berücksichtigen, dass jenes Verhalten natürlich ein combinirtes sein muss, welches durch das Verhalten der verschiedenen Bestandtheile bedingt wird. Die Farben, welche z. B. ein Gemenge von Eisenoxyd und Kobaltoxyd den Flüssen ertheilt, sind eine Combination der Farben, welche jedes dieser Oxyde für sich hervorbringt. Sie werden modificirt durch das relative Verhältniss, in welchem Eisenoxyd und Kobaltoxyd mit einander gemengt sind. Ein Gemenge von wenig Eisenoxyd und viel Kobaltoxyd ertheilt dem Borax und Phosphorsalz in der Oxydationsflamme eine Farbe, welche von der des reinen Kobaltoxyds nicht zu unterscheiden ist. Bei etwas grösserem Eisenoxydgehalt zeigen Borax- und Phosphorsalzperle, während sie heiss sind, eine grüne Farbe (Combination von Blau und Gelb), nehmen aber bei der Abkühlung — während welcher die Eisenfarbe verschwindet — eine rein blaue Farbe an. Ein noch beträchtlicherer Eisengehalt, so dass der Kobaltgehalt dagegen gering ist, färbt die Perlen heiss und kalt grün, obwohl mit verschiedener Nüance; und Eisenoxyd, welches bloss eine Spur Kobaltoxyd enthält, giebt mit den Flüssen im heissen Zustande keine vom Eisenoxyd erheblich verschiedene Reaction, während nach dem Erkalten eine mehr oder weniger grüne Nüance zum Vorschein kommt. Werden solche verschieden combinirten Gemenge von Eisenoxyd und Kobaltoxyd in der Reductionsflamme mit Borax und Phosphorsalz behandelt, so tritt die blaue Farbe des Kobaltoxyds noch überwiegender hervor, weil die Eisenoxydfarben unter solchen Umständen mit geringerer Intensität auftreten. Am meisten ist dies der Fall, wenn man die Perlen mit Zinn auf Kohle reducirt. Dadurch verschwindet die Eisenoxyd-

farbe in der Phosphorsalz-Perle gänzlich, und in der Boraxperle wird sie so licht (vitriolgrün), dass auch hier ein geringer Kobaltgehalt bemerklich wird. Eine Spur Kobaltoxyd im Eisenoxyd lässt sich also am besten entdecken, wenn man eine Phosphorsalzperle mit dem Gemenge beider Oxyde in der Oxydationsflamme am Platindraht sättigt, dann die Perle auf Kohle erst für sich und darauf mit Zinn reducirt. Dagegen kann eine geringe Menge Eisenoxyd im Kobaltoxyd nicht durch die Borax- und Phosphorsalz-Reactionen entdeckt werden. — Dieses Verhalten eines Gemenges von Eisenoxyd und Kobaltoxyd giebt uns ein Beispiel für die Beurtheilung des Verhaltens anderer Oxydgemenge in der Borax- und Phosphorsalzperle. Man sieht leicht ein, dass es unthunlich ist, eine detaillirte Uebersicht dieser Reactionen von Oxydgemengen aufzustellen. In der vorstehenden Tabelle II. sind unter den daselbst angeführten 34 Oxyden etwa 25, welche mit Borax und Phosphorsalz charakteristische Reactionen geben. Berücksichtigen wir bloss diese, so ergiebt sich durch Rechnung, dass 300 Oxydgemenge möglich sind in denen zwei, 2300 Oxydgemenge in denen drei, 12650 Oxydgemenge in denen vier, 53130 Oxydgemenge in denen fünf verschiedene Oxyde von jenen 25 auftreten, u. s. w. Wenn aber nicht bloss auf die Qualität, sondern auch auf die relative Quantität dieser Oxyde — welche, wie wir beispielsweise bei dem Gemenge von Eisenoxyd und Kobaltoxyd erfuhren, von wesentlichem Einfluss auf die Reaction sein kann — Rücksicht genommen werden soll, so würde sich die Anzahl jener Fälle noch vervielfachen.

Obgleich es sonach gänzlich unausführbar ist, eine detaillirte Anleitung zur Erkennung der verschiedenen Oxyde in Oxydgemengen durch die Borax- und Phosphorsalz-Reactionen zu geben, vermag der geübte Löthrohrbläser durch diese Reactionen gleichwohl so manches, selbst complicirtere Oxydgemenge zu entziffern. Es kommt hierbei vor Allem darauf an: 1. dass man mit

dem Verhalten der einzelnen Oxyde zu Borax und Phosphorsalz vollkommen vertraut ist; 2. dass man die Borax- und Phosphorsalz-Reactionen des betreffenden Oxydgemenges — in der Oxydations- und Reductionsflamme, sowie in der heissen und kalten Perle — genau notirt, um hierdurch zu erfahren, ob sich nicht wenigstens ein oder das andere Oxyd aus den combinirten Reactionen des Gemenges erkennen lässt. Besonders glückt dies bei solchen Oxyden, welche durch sehr charakteristische Reactionen — die durch die Gegenwart anderer Oxyde nicht leicht unkenntlich gemacht werden — ausgezeichnet sind. Es sind dies namentlich:

Erste Classe. (Durch charakteristische Färbungen der Perlen — s. Tab. II. — leicht erkennbar.) Kobaltoxyd, Chromoxyd, Uranoxyd, Titansäure, Wolframsäure, Molybdänsäure, Vanadinsäure, Manganoxyd und in manchen Fällen Eisenoxyd. (Letztere beiden Oxyde geben unter gewissen Umständen farblose Perlen; beim Manganoxyd ist dies sowohl in der reducirten Borax- als Phosphorsalzperle der Fall, beim Eisenoxyd besonders in der letzteren.)

Zweite Classe. (Sowohl durch charakteristische Färbungen der Perlen, wie durch Ausfällung als Metall in der reducirten Perle erkennbar.) Zinkoxyd, Nickeloxyd.

Dritte Classe. (Durch ihre leichte Reduction zu Metall in der reducirend behandelten Perle, sowie zum Theil auch durch den Beschlag erkennbar, den sie bei dieser Reduction auf Kohle geben.) Zinkoxyd, Kadmiumoxyd, Bleioxyd, Zinnoxyd, Wismuthoxyd, Antimonoxyd, Tellurige Säure, Silberoxyd.

Vierte Classe. (Durch ihre, schon in der oxydirend behandelten Perle vor sich gehende metallische Ausscheidung erkennbar.) Goldoxyd, Platinoxyd.

Diese Eintheilung der leichter erkennbaren Oxyde in vier Classen ist von Wichtigkeit für den Anfänger. Die Oxyde der zweiten bis vierten Classe sind alle durch Reduction metallisch fällbar, können also durch zweckmässige Behandlung aus den Perlen entfernt werden, und lassen alsdann die Reactionen vorhandener Oxyde der ersten Classe um so deutlicher hervortreten. Bei Manganoxyd und Eisenoxyd ist letzteres in den zum Verschwinden ihrer Farben reducirten Perlen der Fall. Die metallische Ausfällung der Oxyde der zweiten und dritten Classe durch Reduction wird durch einen Zusatz von Zinn (S. 19) sehr unterstützt. Letzteres nimmt die ausgefällten Metalle in sich auf. Trennt man daher ein solches Zinnkorn von der reducirten Perle, so hat man in dieser die vorhandenen Oxyde der ersten Classe (nebst aufgelöstem Zinnoxyd), während sich im Zinnkorn die Metalle der Oxyde zweiter bis vierter Classe angesammelt haben. Behandelt man nun jene Perle für sich wieder oxydirend, so können darin nur noch die Farben von Oxyden erster Classe zum Vorschein kommen; und wird das abgetrennte Zinnkorn mit Borax oder Phosphorsalz oxydirend geschmolzen, so werden die in ihm vorhandenen Metalle zweiter und dritter Classe wieder gelöst und färben die Perle. Doch ist hierbei zu berücksichtigen, dass bei der Ausfällung der Metalle zweiter und dritter Classe gewöhnlich auch kleine Mengen von vorhandenen Metallen erster Classe ausgefällt werden. Dies ist z. B. bei der Trennung des Nickels vom Kobalt (s. S. 78) der Fall. Anstatt des Zinns kann man sich, als Ansammlungsmittel für die ausgefällten Metalle zweiter und dritter Classe, noch zweckmässiger des Goldes bedienen. Wenn es auch nicht in dem Grade wie das Zinn die Reduction erleichtert, so gewährt es den Vortheil, dass sich nichts davon auflöst und dass es die Reactionen anderer Metalle in keiner Weise beeinträchtigt.

Als erläuterndes Beispiel von der Untersuchung eines Oxydgemenges durch die Borax- und Phosphorsalz-Reactionen möge

folgender Fall dienen. Gesetzt ein solches Oxydgemenge hätte folgende Reactionen gegeben:

1) Borax, oxydirend am Platindraht. Die heisse Perle: grün. Die kalte Perle: grünlich blau.

2) Borax, reducirend, auf Kohle. Heiss und kalt: schmutzig braunroth (Kupfer und wahrscheinlich ein Metall der dritten Classe). In der Nähe der Probe rothbrauner Beschlag (Kadmium). Mit Zinn behandelt: rein blau (Kobalt).

3) Phosphorsalz, oxydirend, am Platindraht. Heiss: grün; kalt: blau.

4) Phosphorsalz, reducirend, auf Kohle. Heiss und kalt: schmutzig braunroth; in der Nähe der Probe ein rothbrauner Beschlag (Kupfer und Kadmium bestätigt). Mit Zinn behandelt: rein blau (Kobalt bestätigt).

5) Das Zinnkorn von der Reaction 2 eine kurze Zeit mit Borax oxydirend behandelt. Heiss: grün; kalt: blau (Kupfer bestätigt).

6) Die Boraxperle von der Reaction 2

a. oxydirend behandelt, am Platindraht. Heiss: grün; kalt: grünlich blau (ausser Kobalt wahrscheinlich Eisen),

b. reducirend behandelt, auf Kohle. Heiss und kalt: rein blau (Eisen bestätigt).

Als Bestandtheile unseres Gemenges wurden also aufgefunden: Kobaltoxyd, Kadmiumoxyd, Kupferoxyd, Eisenoxyd.

Wenn mehr als drei färbende Oxyde in einem Gemenge oder einer chemischen Verbindung vorkommen, ist es oft schwer, ja unmöglich, alle durch die Borax- und Phosphorsalz-Reaction zu erkennen. Jedoch wir sind ja auch keineswegs an diese Reaction allein gewiesen. Stoffe, die sich durch dieselbe nicht oder nicht mit Sicherheit erkennen lassen, können durch einige andere der bereits erwähnten oder der im Folgenden angegebenen Reactionen aufgefunden werden.

## 7. Prüfung mit Soda.

Der zu prüfende Körper wird im gepulverten Zustande mit Soda gemengt, das Gemenge etwas angefeuchtet und auf Kohle gestrichen. Zuerst erhitzt man schwach, nach Verdunstung der Feuchtigkeit aber steigert man die Temperatur zur möglichst grössten Höhe. Man hat hierbei zu beobachten: 1. ob der so behandelte Körper mit Soda unter Aufbrausen zusammenschmilzt, oder 2. ob derselbe hierbei reducirt wird, oder endlich 3. ob keines von beiden geschieht, in welchem Falle die geschmolzene Soda allmälig von der Kohle (auf welcher man die Erhitzung vornimmt) eingesogen wird und den betreffenden Körper unverändert zurücklässt.

Ein Zusammenschmelzen mit Soda unter Aufbrausen zeigen Kieselerde, Titansäure, Wolframsäure und Molybdänsäure. Kieselerde und Titansäure schmelzen hierbei zur Perle. Aber nur erstere giebt (wenn man nicht zu viel Soda angewendet hat) eine auch bei der Abkühlung durchsichtig bleibende Perle, während die Probe der letzteren beim Erkalten undurchsichtig und krystallinisch wird. Wolframsäure und Molybdänsäure werden als wolframsaures und molybdänsaures Natron von der Kohle eingesogen. Noch ist zu bemerken, dass Baryt- und Strotianerdesalze mit Soda zu einer Verbindung zusammenschmelzen, welche ebenfalls in die Kohle geht.

Eine Reduction durch Soda auf Kohle, unter Einwirkung der Reductionsflamme, wird hervorgebracht bei allen Oxyden edler Metalle, sowie ferner bei den Oxyden oder Säuren von: Molybdän, Wolfram, Antimon, Arsen, Tellur, Kupfer, Quecksilber, Wismuth, Zinn, Blei, Zink, Kadmium, Nickel, Kobalt, und Eisen. Arsen und Quecksilber verflüchtigen sich sogleich und hinterlassen zuweilen kaum einen deutlichen Beschlag auf der Kohle. Antimon, Tellur, Wismuth,

Blei, Zink und Kadmium werden theilweise verflüchtigt und bilden deutliche Beschläge, von derselben Beschaffenheit, wie sie bei der Behandlung dieser Metalle für sich auf Kohle erhalten werden (S. 25). Die nicht verflüchtigten reducirten Metalle findet man in geschmolzenem oder ungeschmolzenem Zustande in der Soda. Man erkennt sie am besten, wenn man das ganze mit Soda durchschmolzene Kohlenstück losbricht, es in einem Achatmörser pulvert und die zerriebene Masse vorsichtig einer Schlämmung unterwirft. Die geschmolzenen geschmeidigen Metalle bleiben hierbei als breit gedrückte Stückchen und Flitterchen, die ungeschmeidigen als metallisch glänzendes Pulver zurück. An der Stelle der Soda bedient man sich, nach Plattner, für schwer reducirbare Metalloxyde besser des neutralen oxalsauren Kalis. — Eine besondere Anwendung findet die Soda ferner zur Auffindung von Mangan, namentlich sehr kleiner Mengen desselben. Wird nämlich eine manganhaltige Substanz mit Soda — oder, noch besser, mit Soda und etwas Salpeter gemengt — auf Platinblech oxydirend zusammengeschmolzen, so erhält man eine durch mangansaures Natron grün gefärbte Masse, die nach der Abkühlung blaugrün (türkisfarben) erscheint. — Endlich dient auch die Soda zur Entdeckung von Chromoxyd und zur Trennung desselben von anderen Oxyden. Schmelzt man nämlich 1 Thl. Chromoxyd oder irgend einer chromoxydhaltigen Substanz mit 1 Thl. Soda und 3 Thln. Salpeter im Platinlöffel vor der oxydirenden Flamme zusammen, so wird das Chrom in Chromsäure umgewandelt und diese verbindet sich mit einem entsprechenden Theile des Natrons und Kalis zu chromsaurem Alkali, welches die geschmolzene Masse, wenn nicht zugleich Mangan vorhanden ist, mehr oder weniger gelb färbt. Uebergiesst man dieselbe mit Wasser und erhitzt, so löst sich das chromsaure Alkali, unter der eben gedachten Voraussetzung, mit gelber Farbe auf, während die anderen vorhandenen Oxyde — mit Ausnahme von Manganoxyd — zurückbleiben und nun, nach dem Filtriren

und Auswaschen, weiter untersucht werden können. Um das Chrom aus dem Filtrate als Oxyd abzuscheiden und als solches zu erkennen, macht man die Lösung durch Salzsäure sauer, setzt einige Tropfen Alkohol hinzu und kocht. Dadurch wird die Chromsäure zu Oxyd reducirt, wobei die Lösung eine grüne Farbe annimmt, und das Chromoxyd kann nun durch Ammoniak, kohlensaures Kali oder kohlensaures Natron gefällt werden. Sind Mangan und Chrom zugleich vorhanden, so entsteht beim Schmelzen mit Soda und Salpeter chromsaures und mangansaures Alkali, wodurch die geschmolzene Masse, je nach der relativen Menge beider Metalle, eine grüne bis grünlich gelbe Farbe erhält. Behandelt man diese Masse mit Wasser, setzt einige Tropfen Alkali hinzu und erhitzt, so scheidet sich das Mangan als Manganoxyd aus, während die hiervon nicht veränderte Chromsäure ungelöst bleibt. Man filtrirt das Manganoxyd ab, übersättigt das Filtrat mit Salzsäure, kocht, und fällt das gebildete Chromoxyd, wie eben angegeben. — Das Schmelzen eines Oxydgemenges mit Soda und Behandlung der geschmolzenen Masse nach der hier angegebenen Methode kann also zur Extraction von Mangan und Chrom aus Oxydgemengen dienen. Ganz vollständig ist diese Extraction allerdings nicht, sondern es pflegen kleine Mengen beider Metalle in den Oxyden des Rückstandes zu bleiben. Vollständiger erreicht man seinen Zweck, wenn man mit dem Oxydgemenge erst einige Boraxperlen sättigt, diese pulvert und im Platinlöffel mit einem Uebermaass eines Gemenges aus etwa gleichen Theilen Soda und Salpeter zusammenschmelzt. Der Borax dient hierbei bloss als vorläufiges Auflösungsmittel der Oxyde, wodurch die spätere Umwandlung des Manganoxyds und Chromoxyds in die entsprechenden Säuren, welche beim Zusammenschmelzen mit Soda und Salpeter erfolgt, um so vollständiger vor sich geht.

## 8. Anstellung einiger Versuche, welche die specielle Nachweisung gewisser Stoffe zum Zwecke haben.

Durch die im Vorhergehenden angeführten Löthrohrproben ist es nicht immer möglich, jeden der hier in Betracht kommenden Stoffe mit Sicherheit nachzuweisen, sondern es werden dazu in manchen Fällen noch anderweitige Versuche erfordert. Diese Versuche, welche die specielle Nachweisung des einen oder anderen Stoffes zum Zwecke haben, oder die doch als Bestätigung zuvor schon erhaltener Resultate dienen, sind in dem Folgenden in Kürze zusammengestellt.

Kali. In kalihaltigen Substanzen, welche zugleich so viel Natron oder Lithion enthalten, dass die Reaction des Kalis auf die blaue Löthrohrflamme (s. Prüfung in der Platinzange) dadurch verdeckt wird, kann der Kaligehalt — wenn er hinreichend beträchtlich ist — dadurch nachgewiesen werden, dass man in einer durch Nickeloxydul bräunlich gefärbten Boraxperle eine Quantität der zu prüfenden Substanz auflöst und die Farbe beobachtet, welche alsdann die Boraxperle nach dem Erkalten zeigt. Eine mehr oder weniger bläuliche Farbe deutet auf Kali. Da diese Reaction natürlich von der Menge der zugesetzten kalihaltigen Substanz abhängig sein muss, so ist beim Nichterscheinen der Reaction diese Menge nach und nach zu vermehren. Zum Erhitzen der am Platindrahte befindlichen Boraxperle darf man sich nur der Oxydationsflamme bedienen.

Lithion. Silicate, welche nur wenig Lithion enthalten, wie namentlich der Lithionturmalin und manche Skapolithe, färben die äussere Flamme fast gar nicht oder nur sehr unbedeutend roth. In diesem Falle muss man die von Turner angegebene Methode anwenden, nach welcher man noch einen ziemlich geringen Gehalt an Lithion auffinden kann. Das Verfahren ist folgendes: Man macht das möglichst fein gepulverte Silicat mit

einem Gemenge von 1 Thl. Flussspath und 1½ Thln. doppelt schwefelsaurem Kali und ein wenig Wasser zu einem Teige, streicht diesen in das Oehr eines Platindrahtes und schmelzt das Gemenge innerhalb der blauen Flamme zusammen, wobei man die Färbung der äusseren Flamme aufmerksam beobachtet. Nach Merlet muss man zu 1 Thl. des gepulverten Silicates 2 Thle. von dem Gemenge nehmen, wenn die Reaction auf Lithion ganz sicher sein soll. Enthält das Silicat eine geringe Menge von Lithion, so wird die äussere Flamme davon roth gefärbt, jedoch nicht so intensiv, sondern das Roth hat eine starke Neigung in das Violette vom Kali. Ist das Silicat frei von Lithion, so entsteht bloss eine violette Färbung vom Kali. Ist das Silicat nicht frei von Natron, so kann man auf eine deutliche Reaction auf Lithion sich keine sichere Rechnung machen. Enthält das Silicat Borsäure wie z. B. der Turmalin, so entsteht anfangs eine grüne Färbung in der äusseren Flamme, welche das Dasein der Borsäure anzeigt, später aber eine mehr oder weniger intensiv rothe vom Lithion [1]).

Nickel und Kobalt. Diese Metalle kommen bekanntlich sehr häufig in einem und demselben Mineral vor, und es ist wichtig, in solchen Fällen die Gegenwart beider durch das Löthrohr nachweisen zu können. In Betreff des Kobalts ist dies nie schwierig, da sich auch eine sehr geringe Menge desselben im Nickel durch seine charakteristische Farbe verräth, wenn die mit beiden Oxyden gesättigte Borax- oder Phosphorsalzperle mit Zinn auf Kohle reducirend behandelt wird. Schwieriger ist es aber, eine kleine Menge Nickel im Kobalt nachzuweisen. Man verfährt dann am besten so, dass man eine mit dem Oxydgemenge

---

[1]) Eine Erkennung von Lithion neben Natron soll sich auf die Weise bewerkstelligen lassen, dass man die mit Salzsäure befeuchtete Probe in geschmolzenes Wachs taucht und in die blaue Löthrohrflamme hält, wobei im ersten Augenblicke eine rothe Färbung entsteht. (Erdmann's Journ. Bd. 31, S. 361.)

in der Oxydationsflamme gesättigte Boraxperle auf Kohle mit Gold (etwa 50 bis 80 Milligrm.) reducirend behandelt (s. S. 72), das Goldkorn davon trennt und es noch ein oder ein paar Mal derselben Behandlung mit einer solchen gesättigten Boraxperle unterwirft, damit sich möglichst viel vom Nickel darin ansammle. Alsdann schmelzt man dieses Goldkorn mit Phosphorsalz auf Kohle oxydirend zusammen. Zuerst wird sich die Phosphorsalzperle von dem mitgefällten Kobalt blau färben, weil sich letzteres früher auflöst als das gefällte Nickel. Nach kurzer Zeit des Blasens entfernt man daher das Goldkorn von der blauen Phosphorsalzperle und schmelzt es mit einer neuen Quantität dieses Salzes zusammen. Dies wiederholt man so lange, bis alles Kobalt extrahirt ist. Wird nun das Goldkorn abermals mit Phosphorsalz oxydirend behandelt, so nimmt die Perle die Farben des Nickels an, nachdem man sie etwa während einer halben Minute einer guten oxydirenden Flamme — welche sowohl das Goldkorn wie die Perle treffen muss — ausgesetzt hat. Allerdings gehört einige Uebung dazu, um auf diese Weise sehr kleine Mengen von Nickel im Kobalt nachzuweisen.

Borsäure. Turner hat für die Probe auf Borsäure in Salzen und Mineralien folgendes Verfahren angegeben: Man pulverisirt die zu prüfende Substanz möglichst fein, vermengt das Pulver mit einem Theile eines Flusses, der aus 4½ Thln. doppelt schwefelsauren Kalis und 1 Thl. fein gepulverten, völlig borsäurefreien Flussspathes besteht, nebst wenig Wasser zu einem Teige, streicht diesen in das Oehr eines Platindrahtes und schmelzt ihn innerhalb der blauen Flamme zusammen. Während die Masse schmilzt, bildet sich Fluorborsäure, die ausgetrieben wird und dabei die äussere Flamme rund herum hochgelblich grün (zeisiggrün) färbt. Die grüne Färbung der Flamme dauert jedoch nur so lange, als sich Fluorborsäure verflüchtigt. Man muss daher bei einem geringen Gehalt an Borsäure genau Acht haben, weil die Färbung der äusseren Flamme, während die Stoffe auf einander

einwirken, oft nur einige Augenblicke dauert. Nach Merlet muss man zu 1 Thl. der zu prüfenden Substanz 3 bis 4 Thle. von dem Flusse nehmen, um ein sicheres Resultat zu bekommen.

Kieselerde. Der Kieselerdegehalt von Silicaten lässt sich am einfachsten dadurch nachweisen, dass man dieselben — nicht in Pulverform, sondern in kleinen Stücken oder Splittern — in einer Phosphorsalzperle erhitzt. Hierbei scheidet sich die in Phosphorsalz fast ganz unlösliche Kieselerde aus und bildet eine mehr oder weniger durchscheinende Masse von der Gestalt des angewendeten Stückes, ein sogenanntes Kieselskelett.

Schwefelsäure und Schwefel. In schwefelsauren Salzen, Schwefelmetallen und überhaupt in allen schwefelhaltigen Substanzen lässt sich selbst ein höchst geringer Schwefelgehalt dadurch nachweisen, dass man die betreffende Substanz mit etwa 2 bis 3 Thln. Soda oder, nach Plattner, mit eben so viel neutralem oxalsauren Kali (von welchem man sicher ist, dass es keine Schwefelsäure enthält) mengt und das Gemenge auf Kohle reducirend schmelzt. Die erkaltete geschmolzene Masse, nebst der von ihr durchdrungenen Kohle, wird darauf losgebrochen, auf ein Stück blankes Silberblech gelegt und befeuchtet. Ist Schwefel vorhanden und hat sich folglich Schwefelnatrium gebildet, so erscheint nach kürzerer oder längerer Zeit ein schwarzer oder brauner Fleck (Schwefelsilber) auf dem Silberbleche. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass Selen dieselbe Reaction hervorbringt. Um mit Sicherheit aufzufinden, ob in einem Minerale der Gehalt an Schwefel einem beigemengten oder beigemischten Schwefelmetalle oder einem schwefelsauren Salze angehöre, verfährt man, nach v. Kobell [1]), folgendermaassen: Man schmelzt die zu prüfende Substanz im fein gepulverten Zustande mit Kalihydrat im Platinlöffel vor dem Löthrohr. Den Platinlöffel mit dem Flusse stellt man nebst einem Streifchen Silberblech in ein

[1]) Journal für prakt. Chemie. Bd. XXXVI, S. 308.

kleines Porzellangefäss mit Wasser, und beobachtet, während die geschmolzene Masse sich auflöst, ob das Silber sich schwärzt oder ob es, selbst nach Verlauf einer längeren Zeit, blank bleibt. Im ersten Falle erhält die Substanz ein Schwefelmetall, wie z. B. der Hauyn, Helvin etc.; im letzteren — wenn man sich nämlich auf Kohle mit Soda von einem Schwefelgehalt überzeugt hat — ein schwefelsaures Salz. Dass in letzterem Falle die Substanz völlig frei von jedem reducirend wirkenden Gemengtheile sein muss, versteht sich von selbst.

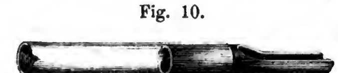
Salpetersäure. Salpetersaure Salze in einem Glaskolben erhitzt, entwickeln erst Sauerstoff und dann salpetrige Säure welche letztere sowohl an ihrer gelben Farbe, als am Geruche erkannt werden kann. Kalisalpeter und Natronsalpeter detoniren, wenn man sie auf Kohle erhitzt. Ein geringer Gehalt an Salpetersäure lässt sich auf die Weise erkennen, dass man die zu prüfende Substanz mit etwas mehr als der gleichen Menge doppelt schwefelsauren Kalis mengt und das Gemenge im Glaskolben erhitzt. Die Farbe des ausgetriebenen salpetrigsauren Gases nimmt man am deutlichsten wahr, wenn man von oben in den Kolben sieht, also eine möglichst dicke Schicht der gemengten Gase betrachtet.

Fluor. Kommt die Fluorwasserstoffsäure in geringer Menge mit schwereren Basen und zugleich mit einer geringen Portion von Wasser in Mineralien vor, so braucht man, nach Berzelius, die Probe nur in einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre zu erhitzen, in deren offenes Ende man ein befeuchtetes Fernambukpapier nachgeschoben hat. Indem nun durch die Hitze kieselhaltige Fluorwasserstoffsäure ausgetrieben wird, setzt sich in der Glasröhre, nicht weit von der Probe, ein Ring von Kieselerde ab, und das eingeschobene Ende des Fernambukpapiers wird von entweichender Fluorwasserstoffsäure strohgelb gefärbt. Diese Reaction zeigt sich noch, wenn z. B. im Glimmer der Gehalt an Fluorwasserstoffsäure nur $^3/_4$ Proc. beträgt. — Zeigt die Substanz, sie bestehe entweder in einem Minerale oder

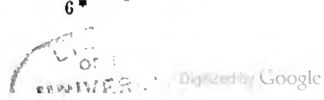
in einer Schlacke, in der zugeschmolzenen Glasröhre weder auf dem Glase noch an dem eingeschmolzenen Fernambukpapier eine Reaction auf Fluorwasserstoffsäure, so stellt man die Probe, nach Berzelius, auf folgende Weise an: Man mengt die zu prüfende Substanz im fein gepulverten Zustande mit vorher auf Kohle geschmolzenem Phosphorsalze, welches dann ebenfalls gepulvert worden ist, und erhitzt das Gemenge an dem einen Ende einer offenen Glasröhre so, dass ein Theil von dem Luftstrome der Flamme in die Röhre getrieben wird. Dadurch wird bei Mineralien, die frei von Kieselerde sind, wasserhaltige Fluorwasserstoffsäure gebildet, die in der Röhre hinstreicht und sowohl an ihrem eigenthümlichen stechenden Geruch, als auch daran erkannt werden kann, dass das Glas inwendig angegriffen und seiner ganzen Länge nach matt wird, vorzüglich an solchen Stellen, wo sich Feuchtigkeit absetzt. Bringt man mit der ausstreichenden sauren Luft ein befeuchtetes Fernambukpapier in Berührung, so wird dieses gelb, wodurch ebenfalls die Gegenwart von Fluorwasserstoffsäure angezeigt wird. Enthält die Substanz Kieselerde, so wird Fluorkiesel ausgeschieden, welche Verbindung aber durch das bei der Verbrennung des Kohlenwasserstoffes des Oeles sich bildende Wasser zerlegt wird, worin die ausgeschiedene Kieselsäure aufgelöst bleibt. Sowie nun das in der Glasröhre sich condensirende Wasser nach und nach durch die durchströmenden warmen Verbrennungsproducte verdampft wird, bleibt Kieselsäure zurück, die man deutlich sehen kann. Wäscht man die Röhre mit Wasser und trocknet sie, so bemerkt man zuweilen, dass selbst das Glas von Fluorwasserstoffsäure angegriffen ist, indem es an manchen Stellen ganz matt erscheint. Ein vor dem Beginn der Probe in die Röhre eingeschobenes befeuchtetes Fernambukpapier wird ebenfalls gelb gefärbt. — Da man bei einer solchen Probe eine so starke Hitze geben muss, dass das Gemenge zum Schmelzen kommt, so geschieht es bei Anwendung einer dünnen Glasröhre sehr leicht, dass diese erweicht, sich zu-

sammenzieht und man deshalb das Blasen unterbrechen muss. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes befestigt Smithson an dem einen Ende der Glasröhre mittelst eines Metalldrahtes ein Platinblech so, dass dasselbe eine halbe Röhre oder gleichsam einen Canal ausserhalb der Glasröhre bildet. Die Probe wird nun in diesen offenen Canal gelegt und darauf geblasen, so dass das Product des Blasens in die Glasröhre hineingetrieben wird. Man kann auch das Befestigen des Platinbleches mit einem Metalldrahte umgehen, wenn man ein dünnes Platinblech, das an zwei gegenüberstehenden Seiten etwas beschnitten ist, zusammenrollt und so in die Glasröhre einschiebt, wie es Fig. 10 zeigt. Man hat dabei den Vortheil, dass die Probe während des Schmelzens gar nicht mit dem Glase in Berührung kommt. Plattner erhielt auf diese Weise stets befriedigende Resultate, sowohl bei Mineralien, in denen Fluor entweder einen Haupt- oder nur einen zufälligen Bestandtheil ausmacht, als auch bei Schlacken. — Auch kann man, nach Merlet, Substanzen, wenn sie nicht zu wenig Fluor enthalten, auf die Weise prüfen, dass man die fein gepulverte Probe mit gleichen Theilen (nach Berzelius mit ihrem vierfachen Gewicht) geschmolzenem doppelt schwefelsauren Kali in einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre entweder in der Spiritusflamme oder mit Hülfe des Löthrohres so stark erhitzt, dass sich Schwefelsäure zu entwickeln anfängt. Die Erhitzung darf aber nicht vom Boden aus geschehen, sondern von oben herein, weil sonst leicht ein Aufstossen der ganzen Masse stattfindet. Der leere Theil der Röhre wird dabei mit Kieselsäure mehr oder weniger stark belegt, welche sich aus dem Fluorkieselgase absetzt. Man schneidet die Röhre dicht über der geschmolzenen Masse ab, spült sie im Inneren aus und trocknet sie mit Fliesspapier. Bei einem bedeutenden Gehalte an Fluor erscheint die Glasröhre von unten her-

Fig. 10.







auf ganz matt, bei einem geringen Gehalt zeigen sich jedoch nur hier und da matte Stellen. — Zur Auffindung sehr geringer Mengen von Fluorwasserstoffsäure steht indess diese Probe der vorhergehenden, mit Phosphorsalz in der offenen Glasröhre, nach.

Chlor (Chlormetalle und chlorsaure Salze). Nach Berzelius findet man das Chlor in seinen Verbindungen auf folgende Weise: Man löst am Platindraht in Phosphorsalz mit Hülfe der Oxydationsflamme so viel Kupferoxyd auf, bis sich eine beinahe undurchsichtige Perle gebildet hat. An die noch flüssige Perle hängt man einen Theil der zu prüfenden Substanz und erhitzt beides mit der Reductionsflamme. Enthält die Substanz Chlor, so umgiebt sich die Perle mit einer schönen blauen, in die Purpurfarbe sich ziehenden Flamme, und dies dauert so lange, als noch etwas Chlor übrig ist. Ein neuer Zusatz von der Substanz bringt dieselbe Reaction hervor. Ausser Brom bringt keine von den im Mineralreiche vorkommenden Säuren eine ähnliche Flamme hervor. — Ein zweites, ebenfalls von Berzelius erwähntes Verfahren, das Chlor in Chlormetallen aufzufinden, die in Wasser löslich sind, ist das, dass man auf ein blankes Silberblech etwas schwefelsaures Eisenoxydul oder schwefelsaures Kupferoxyd legt, einen Tropfen Wasser darauf tröpfelt und das Chlormetall hineinlegt, worauf das Silber nach einer Weile sich mit der schwarzen Farbe überzieht, die man auf Bronzearbeiten findet. Auch kann man auf dieselbe Weise, nach Merlet, solche Chlormetalle auf Chlor untersuchen, die in Wasser unlöslich sind, wenn man sie vorher am Platindrahte mit ein wenig Soda zusammenschmelzt, um auflösliches Chlornatrium zu bilden. —

Brom (Brommetalle und bromsaure Salze). Nach Berzelius geben Brommetalle mit Phosphorsalz und Kupferoxyd, sowie auch mit Kupfervitriol auf Silberblech, dieselben Reactionen wie die Chlormetalle; aber die blaue Farbe, welche die äussere Flamme annimmt, zieht sich nicht ins Purpurfarbene, sondern ins Grüne, vorzüglich an den Kanten. — Um mit Sicherheit die

Brommetalle und bromsauren Salze von den Chlormetallen und chlorsauren Salzen zu unterscheiden, schmelzt man sie, nach Berzelius, im Glaskolben mit doppelt schwefelsaurem Kali. Es entwickelt sich dabei Brom und schweflige Säure (bei Chlormetallen Chlor und schweflige Säure) und der Kolben füllt sich mit rothgelben Dämpfen an, die deutlich an ihrem widerlich chlorgasähnlichen Geruch erkannt werden können, ungeachtet sie mit schwefliger Säure gemengt sind. — Ist in irgend einer Substanz Brom nur in geringer Menge enthalten und man wendet vorstehendes Verfahren an, so muss man nach der Schmelzung sogleich durch den Hals in den ausgeblasenen Theil des Kolbens sehen, damit man die gefärbten Bromdämpfe in einer stärkeren Schicht betrachtet, im Fall der Kolben frei davon zu sein scheint, wenn man ihn von der Seite ansieht. — Enthält die Substanz Chlor, so wird dasselbe zwar ebenfalls dampfförmig ausgeschieden, aber dessen gelbe Farbe ist in kleinen Mengen kaum wahrzunehmen. Enthält die Substanz auch Jod, so bekommt man ein Gemenge von gelben Bromdämpfen mit violetten Joddämpfen. —

Jod (Jodmetalle und jodsaure Salze). Nach Berzelius ertheilen Jodmetalle, wenn sie mit einer kupferoxydhaltigen Phosphorsalzperle geprüft werden, der äusseren Löthrohrflamme eine schöne, intensiv grüne Färbung. Werden Jodmetalle mit doppelt schwefelsaurem Kali in einem Glaskolben zusammengeschmolzen, so entweicht das Jod, welches sich theils sublimirt, theils auch den Kolben mit violetten Dämpfen anfüllt, während zugleich schweflige Säure entweicht. — Um in Salzsoolen, die durch Abdampfen von ihrem Kochsalzgehalt fast ganz befreit sind, einen geringen Gehalt von Jod aufzufinden, wendet man in der Regel eine Auflösung von Stärkemehl in siedendem Wasser (Kleister) und Chlorwasser an, indem sich eine unauflösliche Verbindung bildet, die eine ausgezeichnet schöne blaue Farbe besitzt. Heine wendet indess mit besserem Erfolge an der Stelle

des Chlorwassers Salpetersäure an und verfährt dabei auf folgende Weise: In die auf Jod zu untersuchende neutrale Flüssigkeit wird eine geringe Menge einer Auflösung von Stärkemehl in heissem Wasser mit Hülfe eines Glasstabes eingerührt, hierauf ein Paar Tropfen Salpetersäure zugesetzt und das Ganze nochmals umgerührt. Enthält die Soole Jod, selbst nur in sehr geringer Menge, so entsteht sofort eine intensiv blaue Färbung.

Talkerde, Tantalsäure, Thonerde, Zinkoxyd, Zinnoxyd, Antimonoxyd, Titansäure, Niobsäure, Zirkonerde. Alle diese Körper, wenn sie mit Kobaltsolution (salpetersaurem Kobaltoxyd) befeuchtet und geglüht werden, nehmen gewisse charakteristische Farben an. Man knetet zu dem Ende die gepulverte Substanz mit Wasser zu einem Brei, streicht denselben auf Kohle und erhitzt ihn schwach. Ist das Wasser verdunstet, so bringt man einen Tropfen Kobaltsolution darauf, der von der trockenen porösen Substanz eingesogen wird. Jetzt erhitzt man abermals schwach, bis zur Zerlegung des salpetersauren Kobaltoxyds; darauf allmälig stärker, bis die Substanz durch die Oxydationsflamme zu einer starken Glühhitze gebracht worden ist. Nach dem völligen Erkalten der Probe zeigen die betreffenden Substanzen folgende Farben:

Talkerde: rosenroth (nicht intensiv), Tantalsäure: ähnlich wie Talkerde.

Thonerde: schön blau (smalteblau).

Zinkoxyd: schön gelblich grün (zeisiggrün), Zinnoxyd: blaugrün, Antimonoxyd: schmutzig grün, Titansäure: gelblich grün (nicht so schön wie Zinkoxyd), Niobsäure: schmutzig grün.

Zirkonerde: schmutzig violett.

Eine wesentliche Bedingung zur richtigen Hervorbringung dieser Farben ist die Reinheit der Substanzen. Verunreinigungen durch andere Oxyde veranlassen mehr oder weniger undeutliche, schmutzige Farben; die Gegenwart von Alkali und Kiesel-

erde verursacht (durch Zusammenschmelzen mit dem Kobaltoxyd) eine blaue Farbe.

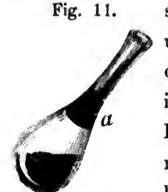
Manganoxyd. Sehr geringe Beimengungen von Manganoxyd — noch geringer als 0,1 Procent — lassen sich dadurch entdecken, dass man die möglichst fein gepulverte Substanz dem Volumen nach mit 2 Thln. Soda und 1 Thl. Salpeter auf Platinblech mit der Oxydationsflamme zum Schmelzen bringt. Die geschmolzene Masse wird durch das gebildete mangansaure Natron mehr oder weniger intensiv gefärbt; während sie noch heiss ist, erscheint sie grün; nach dem Erkalten blaugrün (türkisfarben).

Tellur. Eine von Berzelius angegebene Probe auf Tellur besteht darin, dass man die auf Tellur zu untersuchende Substanz mit Soda und etwas Kohle zusammenreibt, das Gemenge in einem Glaskölbchen bis zum Schmelzen erhitzt und nach dem Erkalten einige Tropfen soeben aufgekochten (luftfreien) Wassers auf die geschmolzene Masse fallen lässt. Nach einer Weile färbt sich letzteres von aufgelöstem Tellurnatrium mehr oder weniger intensiv purpurroth.

Arsen. Ein geringer Gehalt von Arsen in einer Metallverbindung (wie z. B. arsenhaltiges Nickel, arsenhaltiges Kobalt, irgend eine arsenhaltige Legirung) lässt sich gewöhnlich weder durch die Prüfung in der Glasröhre noch auf Kohle mit hinreichender Sicherheit nachweisen. Plattner bedient sich daher hierzu folgenden Verfahrens: Von der feinvertheilten Metallverbindung vermengt man einen Theil (ungefähr 50 bis 75 Milligrm.) mit 5 bis 6 Thln. Salpeter, und glüht dieses Gemenge im Platinlöffel möglichst stark. Die Metalle werden dabei oxydirt, und es entsteht arsensaures Kali. Den Löffel mit der geschmolzenen Masse bringt man in ein kleines Porzellangefäss, giesst Wasser in dasselbe und erhitzt zum Kochen, bis sich alles aus dem Löffel losgelöst hat. Nachdem sich die Metalloxyde aus der Auflösung abgesetzt haben, giesst man letztere in ein Porzellanschäl-

chen ab, versetzt sie mit ein Paar Tropfen Schwefelsäure und dampft, zur Verjagung aller Salpetersäure, so weit ab, bis die Masse trocken ist, sobald man nicht zu viel Schwefelsäure hinzugefügt hat, oder, wenn dies der Fall war, bis nur noch saures schwefelsaures Kali im geschmolzenen Zustande übrig ist, welches beim Erkalten erstarrt. In beiden Fällen reibt man die Salzmasse im Achatmörser dem Volumen nach mit ungefähr 3 mal so viel neutralem oxalsauren Kali zusammen und mengt auch etwas trockenen Kohlenstaub darunter. Das ganze Gemenge schüttet man in ein Glaskölbchen, welches einen engen Hals hat, erwärmt es anfangs über der Spirituslampe nur mässig, um Spuren von vielleicht mit eingeschlossener Feuchtigkeit auszutreiben und in einem eingeschobenen, zusammengerollten Streifchen Fliesspapier anzusammeln; dann aber erhitzt man es so stark, dass das Gemenge zum Glühen kommt. Die Arsensäure wird zu metallischem Arsen reducirt, welches sublimirt und sich in den Hals des Kolbens bei *a*, Fig. 11, ansetzt. Ist bei einem sehr geringen Gehalt an Arsen der Metallspiegel nicht recht deutlich, so darf man nur in den Hals des Kölbchens, dicht über dem Sublimat, mit der Feile einen Einschnitt machen, den oberen Theil des Halses abbrechen und das Kölbchen da, wo das Sublimat sitzt, in die Spiritusflamme halten. Besteht dasselbe aus Arsen, so entfernt es sich und giebt sich durch den Geruch zu erkennen.

Fig. 11.




Nach Plattner's Erfahrungen kann man das neutrale oxalsaure Kali, mit etwas Kohle gemengt, auch in anderen Fällen als ein vortreffliches Mittel zur Nachweisung von Arsen anwenden. Verbindungen, welche Arsensäure oder arsenige Säure enthalten, werden, auf eben beschriebene Art behandelt, vollkommen davon reducirt, und geben einen Spiegel von metallischem Arsen. Ja selbst Schwefelarsen, wenn man es mit 4 bis 5 Thln. trocknem neutralen oxalsauren Kali und etwas Kohlenstaub zusammenreibt

und das Gemenge in einem Glaskölbchen (am besten mit engem Halse, wie in obiger Figur) erhitzt, wird hierdurch vollkommen zerlegt, indem sich Schwefelkalium bildet und metallisches Arsen sich sublimirt. — Ein gleiches Resultat erhält man, nach Fresenius und v. Babo, wenn man die feingeriebene arsenhaltige Substanz in einem Glaskölbchen mit etwa 6 Theilen eines aus gleichen Theilen Cyankalium und trockener Soda bestehenden Gemenges überschüttet und das Ganze allmälig bis zum Glühen erhitzt.

Ein Haupterforderniss zum Gelingen dieser Proben — sowohl der Plattner'schen als der von Fresenius und v. Babo — ist, dass das zu erhitzende Gemenge sich im vollkommen wasserfreien Zustande befindet, weil jede kleine Menge darin vorhandenen Wassers nicht allein die Unbequemlichkeit des Aufblähens und Emporsteigens der erhitzten Masse zur Folge hat, sondern leicht auch auf Oxydation des ausgetriebenen Arsens hinwirkt.

Zur Auffindung kleiner Mengen von Arsenik ist auch noch folgende Methode geeignet: Die feingepulverte Substanz wird, ihrem Volumen nach, mit der 5- bis 6fachen Quantität Salpeter zusammengerieben, und das Gemenge im Platinlöffel geschmolzen. Die geschmolzene Masse behandelt man mit kochendem Wasser, wie oben angegeben übersättigt die vom Rückstande abfiltrirte Solution schwach mit Essigsäure, kocht zum Entweichen etwa vorhandener Kohlensäure und wirft darauf ein Stückchen eines Krystalls von salpetersaurem Silberoxyd in die Auflösung. Ist Arsen vorhanden, das sich durch die gedachte Behandlung zu Arsensäure oxydirt hat, so bildet sich arsensaures Silberoxyd, welches an seiner charakteristischen rothbraunen Farbe leicht kenntlich ist.

Phosphor. Kleine Mengen von Phosphor, welche durch die Prüfung in der Platinzange (S. 38) nicht mehr zu entdecken sind, können auf folgendem Wege nachgewiesen werden. Man

bereitet sich ein Gemenge aus 3 Gewichtstheilen Soda, 1 Gewichtstheil Salpeter und 1 Gewichtstheil Kieselerde. Die auf Phosphor zu prüfende Substanz wird mit dem 5fachen Volumen dieses Gemenges im Achatmörser zusammengerieben, und das Ganze darauf im Platinlöffel geschmolzen. Nach dem Auskochen der geschmolzenen Masse mit Wasser und nach dem Abgiessen der Solution vom Rückstande, fügt man zu ersterer eine Auflösung von kohlensaurem Ammoniak. Durch abermaliges Kochen scheidet sich nun die als kieselsaures Natron gelöst gewesene Kieselerde aus, welche man abfiltrirt. Das Filtrat wird schwach mit Essigsäure übersättigt, zum vollkommenen Entweichen der Kohlensäure gekocht, und — ganz wie bei der vorigen Probe auf Arsen — mit salpetersaurem Silberoxyd behandelt. Die Entstehung eines gelben Niederschlages beweist die Gegenwart von Phosphor, der sich, wenn er ursprünglich in unoxydirtem Zustande vorhanden war, durch die Behandlung zu Phosphorsäure oxydirt hat.

## 9. Von der Zuhülfenahme des nassen Weges bei Löthrohrversuchen.

Während einige Stoffe, sowohl für sich als in Verbindungen oder Gemengen, leichter und schneller durch die Löthröhrprobe als auf nassem Wege erkannt werden können, gilt von anderen Stoffen das Entgegengesetzte. Es ist daher rationell, sich bei qualitativen chemischen Untersuchungen eines aus beiden Methoden combinirten Verfahrens zu bedienen. In manchen Fällen sind wir sogar fast ausschliesslich auf den nassen Weg angewiesen; doch hier kann das Löthrohr mitunter den Nutzen gewähren, die auf jenem Wege abgeschiedenen Stoffe einer weiteren Prüfung auf dem heissen Wege zu unterwerfen. Wer sich also des Löthrohrs mit grösstmöglichem Nutzen bedienen will, muss zugleich mit den wichtigsten Lehren der qualitativen analytischen Chemie vertraut sein. Diese gehören nicht in den Bereich der

vorliegenden Schrift; doch erscheint es zweckmässig, einige allgemeine Andeutungen hierüber zu geben.

In Bezug auf ihre mehr oder weniger leichte Auffindung durch das Löthrohr lassen sich die von uns hier näher betrachteten Stoffe in drei Abtheilungen bringen, nämlich in

A. Stoffe, welche vorzugsweise leicht und sicher durch die Löthrohrprobe erkannt werden können;

B. solche, deren Erkennung in einigen Fällen durch das Löthrohr, in anderen auf nassem Wege leichter geschieht, sowie solche, bei denen eine Combination beider Methoden am besten zum Ziele führt, und

C. solche, die nur ausnahmsweise — wenn sie nicht mit anderen Körpern gemengt oder verbunden sind — durch das Löthrohr mit Sicherheit erkannt werden können, in der Regel aber auf nassem Wege aufgesucht und nachgewiesen werden müssen.

Wenn auch in diesen drei Abtheilungen einige Stoffe vorkommen, von denen es zweifelhaft erscheint, zu welcher dieser Abtheilungen sie am richtigsten zu zählen seien, so gewährt diese Classification gleichwohl einen erleichternden Ueberblick hinsichtlich der Einschlagung des sichersten und kürzesten Weges zur Auffindung der verschiedenen Substanzen.

Bei jedem der folgenden Stoffe, die innerhalb ihrer Abtheilungen in alphabetischer Ordnung aufgeführt wurden, sind die am meisten charakteristischen Reactionen erwähnt und, wenn es Löthrohr-Reactionen sind, die Stellen dieser Schrift angegeben, wo man das Nähere darüber nachzulesen hat. In Betreff der Reactionen auf nassem Wege dürfte ein ähnlicher Nachweis für jeden nur einigermaassen bewanderten Chemiker überflüssig sein.

## Abtheilung A.

Antimon. Verhalten in der offenen Glasröhre (S. 24). Prüfung auf Kohle, sowohl für sich (S. 26), als mit Soda (S. 74).

Durch das Vorhandensein anderer beschlaggebenden Körper werden diese Reactionen mehr oder weniger beeinträchtigt.

Arsen. Besondere Nachweisung (S. 87).

Borsäure. Zusammenschmelzen mit saurem schwefelsauren Kali und Flussspath (S. 79).

Chlor (wenn es nicht mit Jod und Brom zusammen vorkommt). Zusammenschmelzen mit einer kupferoxydgesättigten Phosphorsalzperle (S. 84).

Chrom. Verhalten zu Borax und Phosphorsalz (S. 68). Schmelzen mit Soda und Salpeter (S. 75).

Fluor. Einwirkung der ausgetriebenen Flusssäure auf Fernambukpapier und Glas (S. 81).

Kadmium. Prüfung auf Kohle, sowohl für sich (S. 27) als mit Soda (S. 74). Das Vorhandensein anderer beschlaggebenden Körper beeinträchtigt diese Reaction nicht.

Kieselerde. Verhalten zu Phosphorsalz (S. 48 und 50, Kieselerde für sich, weder mit anderen Körpern gemengt noch verbunden, erkennt man besonders durch ihr Verhalten zu Soda (S. 74).

Kobalt. Verhalten zu Borax und Phosphorsalz (S. 54) Kobalt und Nickel (S. 78).

Kupfer. Verhalten zu Borax und Phosphorsalz, besonders in der Reductionsflamme (S. 60).

Lithion. Prüfung in der Platinzange (S. 34). Zusammenschmelzen mit saurem schwefelsauren Kali und Flussspath (S. 77 und 78). Durch das Zugleichvorkommen von Natron werden diese Reactionen sehr beeinträchtigt.

Mangan. Verhalten zu Borax und Phosphorsalz (S. 53). Zusammenschmelzen mit Soda und Salpeter (S. 75). Mangan und Chrom (S. 76).

Natron. Prüfung in der Platinzange (S. 33).

Quecksilber Prüfung im Glaskolben (S. 21).

Schwefel. Prüfung im Glaskolben (S. 22) und in der offenen Glasröhre (S. 23). Schmelzen mit Soda (S. 80 und 81).

Selen. Prüfung im Glaskolben (S. 21), in der offenen Glasröhre (S. 23) und auf Kohle (S. 24).

Tellur. Prüfung im Glaskolben (S. 21), in der offenen Glasröhre (S. 24), auf Kohle für sich (S. 25) und mit Soda (S. 74). Zusammenschmelzen mit Soda und Kohle (S. 87).

Uran. Verhalten zu Borax und Phosphorsalz (S. 59), vorzugsweise zu letzterem in der Reductionsflamme.

Wasser. Prüfung im Glaskolben (S. 21).

Zink. Prüfung auf Kohle, sowohl für sich (S. 28) als mit Soda (S. 74). Behandlung des Beschlages mit Kobaltsolution (S. 86).

## Abtheilung B.

Blei. Prüfung auf Kohle, sowohl für sich (S. 27) als mit Soda (S. 74). Andere beschlaggebende und leicht reducirbare Metalle können diese Reactionen unsicher machen.
— Auf dem nassen Wege: Ausfällung als schwefelsaures Bleioxyd und Behandlung dieses Niederschlages auf Kohle, sowohl für sich als mit Soda.

Brom. Besondere Proben (S. 84). — Auf dem nassen Wege: Bildung von Bromstärke.

Eisen. Verhalten zu Borax und Phosphorsalz (S. 54). Kleine Mengen von Eisen im Kobaltoxyd, Chromoxyd und Uranoxyd, sowie Spuren von Eisen in anderen Substanzen lassen sich durch die Löthrohrprobe nicht erkennen, sehr leicht aber durch Anwendung des nassen Weges. — Auf dem nassen Wege: Prüfung mit Cyaneisenkalium, Schwefelcyankalium, Galläpfeltinctur u. s. w.

Gold. Verhalten zu Borax und Phosphorsalz (S. 62), sowie zu Soda (S. 74). Man sehe ferner weiter unten bei Silber. Auf dem nassen Wege: Goldpurpur-Probe.

Jod. Besondere Proben (S. 85). — Auf dem nassen Wege: Bildung von Jodstärke.

Molybdänsäure. Verhalten zu Borax und Phosphorsalz (S. 67). — Auf dem nassen Wege: Verhalten des molybdänsauren Ammoniaks zu Phosphorsäure.

Nickel. Verhalten zu Borax und Phosphorsalz (S. 55). — Auf dem nassen Wege: Braune Färbung des Schwefelammoniums durch Schwefelnickel; Löslichkeit des Nickeloxydhydrats in Ammoniak mit blauer Farbe u. s. w.

Niobsäure und niobige Säure. Verhalten zu Borax und Phosphorsalz (S. 64 und 65).

Phosphorsäure. Prüfung in der Platinzange (S. 38). Besondere Probe (S. 89). — Auf dem nassen Wege: Gelber Niederschlag oder gelbe Färbung mit molybdänsaurem Ammoniak.

Platin. Verhalten zu Borax und Phosphorsalz (S. 61), sowie zu Soda (S. 74). — Auf dem nassen Wege: Bildung von Kaliumplatinchlorid oder Platinsalmiak.

Salpetersäure. Besondere Probe (S. 81). — Auf dem nassen Wege: Prüfung mittelst Eisenvitriol; auch mit Indigosolution.

Silber. Verhalten zu Borax und Phosphorsalz (S. 61), sowie zu Soda (S. 74). Durch Abtreiben auf einer Kapelle von Knochenasche, ganz wie bei der quantitativen Löthrohrprobe auf Silber, wie man sie in »Plattner's Probirkunst mit dem Löthrohre« beschrieben findet. Ist zugleich Gold vorhanden, so erhält man ein goldhaltiges Silberkorn, welches durch Scheidung auf nassem Wege zu behandeln. — Auf dem nassen Wege: Ausfällung als Chlorsilber.

Tantalsäure. Verhalten zu Borax und Phosphorsalz (S. 63).

Titansäure. Verhalten zu Borax und Phosphorsalz (S. 63).

Vanadinsäure. Verhalten zu Borax und Phosphorsalz (S. 67).

Auf dem nassen Wege: Verhalten zu Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium, u. s. w.

Wismuth. Prüfung auf Kohle, sowohl für sich (S. 26) als mit Soda (S. 74). Die Gegenwart anderer beschlaggebender Metalle kann diese Reactionen mehr oder weniger unsicher machen. — Auf dem nassen Wege: Ausfällung des Wismuthoxyds durch Verdünnung der Solution desselben mit Wasser, Unlöslichkeit dieses Niederschlages in Weinsteinsäure.

Wolframsäure. Verhalten zu Borax und Phosphorsalz (S. 66).

Zinn. Prüfung auf Kohle, sowohl für sich (S. 28), als mit Soda (S. 74). Verhalten zu Borax und Phosphorsalz (S. 58), zu Kobaltsolution (S. 86). — Auf dem nassen Wege: Verhalten zu Salpetersäure.

Anmerkung. Molybdänsäure, Niobsäure, niobige Säure, Tantalsäure, Titansäure, Vanadinsäure und Wolframsäure sind in manchen Fällen nur dadurch mit Sicherheit zu erkennen, dass man sie auf nassem Wege abscheidet und sie dann in möglichst reinem Zustande vor dem Löthrohre prüft.

## Abtheilung C.

Die zu dieser Abtheilung gehörigen Körper lassen sich, wenn sie in Verbindungen oder Gemengen enthalten sind, in der Regel nur auf nassem Wege mit Sicherheit nachweisen. In reinem Zustande oder in gewissen Verbindungen sind einige derselben durch folgende Löthrohr-Reactionen erkennbar.

Baryterde. Prüfung in der Platinzange (S. 36.)

Ceroxyd. Verhalten zu Borax und Phosphorsalz (S. 52).

Didymoxyd. Verhalten zu Borax und Phosphorsalz (S. 53).

Kali (in Abwesenheit von Natron und Lithion). Verhalten in der Platinzange (S. 33). Auch manche Kaliverbindungen

geben diese Reaction. Bei Gegenwart von Natron oder Lithion: besondere Probe (S. 77).

Kalkerde. Verhalten in der Platinzange (S. 35).

Lanthanoxyd. Verhalten zu Borax und Phosphorsalz (S. 52).

Strontianerde. Verhalten in der Platinzange (S. 35).

Talkerde. Verhalten zu Kobaltsolution (S. 86).

Thonerde. Verhalten zu Kobaltsolution (S. 86).

Zirkonerde. Verhalten zu Kobaltsolution (S. 86).

Man ersieht aus dieser Zusammenstellung, dass die Löthrohrprobe kein Verfahren ist, nach welchem Körper einer vollständigen qualitativ-chemischen Untersuchung unterworfen werden können. Dies kann nur auf dem nassen Wege geschehen. Eine richtige Verbindung beider Verfahrungsarten, zu welcher man nur durch längere Uebung und eigene Erfahrung gelangt, führt am schnellsten und sichersten zum Ziele.

---

# Verhalten der Mineralien vor dem Löthrohre.

Die Prüfung der Mineralien, um die Species zu bestimmen, ist eine der vorzüglichsten Anwendungen des Löthrohrs, und die Leichtigkeit und Schnelligkeit, womit verlässliche Resultate erhalten werden, machen das Instrument für Alle wichtig, welche, entweder aus Beruf oder aus einem anderen Grunde, bei der Bestimmung der Mineralien interessirt sind.

Wenn man eine solche Prüfung unternimmt, muss man nicht vergessen, dass das Löthrohr keineswegs die Kenntniss der physikalischen Eigenschaften der Mineralien, wie ihrer Härte, Farbe, ihres Glanzes und ihrer Krystallform überflüssig macht, sondern dass es nur mehr als eine Beihülfe betrachtet werden darf, welche befähigt, in zweifelhaften Fällen zwischen zweien oder mehreren, im Aeusseren ähnlichen Species zu entscheiden. So können Graphit und Molybdänglanz, zwei Mineralien, die einander in ihren physikalischen Eigenschaften ausserordentlich gleichen, leicht dadurch unterschieden werden, dass man ein Stückchen derselben in den blauen Kegel der Löthrohrflamme bringt. Ist das Mineral Graphit, so bleibt die äussere Flamme ungefärbt, ist es Molybdänglanz, so zeigt sich eine gelblich grüne Färbung, welche durch Molybdänsäure hervorgerufen wird.

Ein anderer Zweck, wofür das Löthrohr mit grossem Nutzen angewendet werden kann, ist der, durch einen einfachen Versuch und schnell in einem Minerale das Vorhandensein gewisser Körper nachzuweisen, mögen diese wesentlich oder nicht wesentlich zur Zusammensetzung des Minerals gehören. So lässt sich das Vorhandensein von Cadmium in einer Zinkblende leicht ermitteln, indem man eine Probe des gepulverten Minerals mit Soda auf der Kohle schmilzt. Ist Cadmium vorhanden, so entsteht auf der Kohle der charakteristische braune Cadmiumbeschlag, während sich, wenn Cadmium nicht zugegen ist, nur der weisse Zinkbeschlag bildet. Eben so kann die kleinste Spur Mangan in einem Minerale auf die S. 75 beschriebene Weise entdeckt werden, und die kleinste Menge Arsen, wie es S. 87 angegeben ist.

Auf den folgenden Seiten ist von den wichtigsten und häufigsten Mineralien das Verhalten vor dem Löthrohre in Tabellen, gleich den im ersten Theile des Werkes mitgetheilten, zusammengestellt worden, sowohl für Uebungen zur Bestimmung von Mineralien, als auch zur Benutzung bei der Prüfung unbestimmter Species. Die Classification der Mineralien ist die im Handbuche der Mineralogie von Professor Dana benutzte. Die in der ersten Columne gegebenen Namen sind die gebräuchlichen; Synonyme sind hie und da beigegeben. Die chemischen Formeln der zweiten Columne sind meistens die, welche sich in Rammelsberg's Handwörterbuche der chemischen Mineralogie finden. Mit wenigen Ausnahmen sind sowohl in den chemischen Formeln als auch in den Columnen, welche das Verhalten vor dem Löthrohre lehren, nur die wesentlichen und diejenigen Bestandtheile des Minerals berücksichtigt worden, welche, obgleich nicht wesentliche, doch stets angetroffen werden. Die wichtigsten Verunreinigungen und zufälligen Bestandtheile — die eben erwähnten ausgenommen — sind in den Bemerkungen am Ende jeder Tabelle erwähnt, und wo mehrere Mineralien

vorkommen, welche nahezu gleiche Zusammensetzung haben, sind nur die wichtigsten derselben in der Tabelle ausführlich beschrieben worden, während die übrigen, wenn sie eben nicht zu selten vorkommen, nur am Ende kurz aufgeführt sind. Die Columnen 1 bis 8 entsprechen den acht Abschnitten, in welche der erste Theil des Werkes getheilt ist, und wo es anging, ist auf diese verwiesen worden, wenn es sich um Erscheinungen handelte, die bei der Prüfung der verschiedenen Oxyde und einfachen Körper beschrieben worden sind.

Bei den fossilen Harzen und anderen fossilen organischen Substanzen, welche man wohl organische Mineralien zu nennen pflegt, wie Kohlen, Bernstein u. s. w., ist der Gang der Prüfung etwas abgeändert worden. Denn da Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, die Elemente, aus denen diese Mineralien hauptsächlich bestehen, mit Borax, Phosphorsalz und Soda keine charakteristischen Reactionen geben, so wurden diese Reagentien weggelassen und die einzigen Operationen, denen man diese Mineralien zu unterwerfen hat, sind das Erhitzen bei Ausschluss und bei Zutritt der Luft. Das erstere geschieht in dem Glaskölbchen oder in einer unten zugeschmolzenen Glasröhre, das zweite entweder auf der Kohle oder auf Platinblech.

Manche von diesen Mineralien hinterlassen, nachdem alles Brennbare weggebrannt ist, eine grössere oder geringere Menge Asche, welche, wenn man will, wie die anorganischen Mineralien weiter geprüft werden kann, aber da eine solche Prüfung keine Fingerzeige über die Natur des Minerals giebt, so ist sie hier übergangen.

Bei den Alkali- und Erd-Silicaten würde eine genaue Beschreibung des Löthrohr-Verhaltens jedes einzelnen Silicats meistentheils in einer wörtlichen Wiederholung bestehen, weil so viele derselben gleiche oder ähnliche entferntere Bestandtheile enthalten. Bei dieser sehr zahlreichen Classe von Mineralien sind die wichtigsten unterscheidenden Kennzeichen: 1. ihre

Schmelzbarkeit oder Unschmelzbarkeit; 2. das Verhalten gegen Soda; 3. das Verhalten im Glaskolben, wodurch sie sich als wasserhaltige oder wasserfreie Silicate kund geben. Nach diesen Verhalten sind daher die wichtigsten Silicate zusammengestellt worden und nur diejenigen, welche gewisse charakteristische Reactionen zeigen, sind für eine etwas weiter gehende Beschreibung ausgewählt worden.

Der Grad der Schmelzbarkeit der Mineralien ist durch die Zahlen I, II, III . . . ausgedrückt.

---

## Kohlenstoff und fossile organische Substanzen, sogenannte organische oder brennbare Mineralien.

Die fossilen organischen Substanzen sind dadurch charakterisirt, dass sie beim Erhitzen im Glaskolben einen brenzlichen Geruch entwickeln, und häufig Theer oder flüchtige Kohlenwasserstoffe ausgeben, die sich im Halse des Kolbens verdichten. Werden sie auf Platinblech mit der Löthrohrflamme erhitzt, so entzünden sie sich meistens und brennen mit leuchtender gelber Flamme, während Demant, Graphit und Anthracit, welche aus fast reinem Kohlenstoff bestehen, dabei allmälig verzehrt werden, indem sich höchstens eine blasse, blaue Flamme zeigt.

| Mineral. | Formel. | Verhalten | |
|---|---|---|---|
| | | im Glaskolben. | auf Platinblech. |
| Demant . . . | C | — | Wird als feines Pulver in einer kräftigen Oxydationsflamme ohne Rückstand allmälig verzehrt. |
| Graphit . . . | C mit etwas Eisen, Kieselsäure u. s. w. | Giebt gewöhnlich etwas Wasser aus. | Wird allmälig verzehrt mit Zurücklassung von mehr oder weniger Asche, die vorzüglich aus Eisenoxyd besteht. |
| Anthracit . . | $C + x\dot{H}$ und etwas Asche. | Giebt Wasser aus. | Wird allmälig verzehrt bis auf eine kleine Menge Asche. |
| Steinkohle (backende) | C, H, N, O, S und Asche. | Bläht sich auf, giebt Wasser und Theer aus, welche sich theilweise im Halse verdichten, und hinterlässt poröse Coaks. | Fängt Feuer und brennt mit stark russender Flamme; hinterlässt poröse Coaks, welche langsam mit Zurücklassung von wenig Asche verbrennen. |
| Braunkohle . | C, H, N, O, S und Asche. | Giebt viel Wasser und Theer aus und hinterlässt einen Rückstand von der Form des Kohlenstückes. | Brennt langsam und ohne Flamme, Asche hinterlassend. |
| Asphalt . . | $C + H + O$. | Schmilzt leicht, giebt brenzliches Oel von alkalischer Reaction und brennbare Gase aus, hinterlässt ei- | Entzündet sich und brennt mit leuchtender Flamme und dickem Rauche. |

| Mineral. | Formel. | Verhalten im Glaskolben. | Verhalten auf Platinblech. |
|---|---|---|---|
| | | nen kohligen Rückstand, der in der Löthrohrflamme bis auf ein wenig Asche vollständig verschwindet. | |
| Elaterit . . . | C + H. | Schmilzt, giebt sauer reagirendes Wasser, Oel und Theer, welche sich meistens im Halse verdichten, hinterlässt einen leichten, pulverigen, kohligen Rückstand. | Schmilzt, entzündet sich und brennt mit russender Flamme, hinterlässt einen kohligen Rückstand, der mit Zurücklassung von Asche in der Löthrohrflamme leicht verbrennt. |
| Hatchetin . . | C + H. | Schmilzt zu einer klaren, farblosen Flüssigkeit, die beim Erkalten erstarrt und einen talgähnlichen Geruch besitzt. | Schmilzt, entzündet sich und brennt mit leuchtender Flamme, ohne Rückstand zu lassen. |
| Ozokerit . . . | C + H. | Schmilzt leicht zu einer klaren, braunen öligen Flüssigkeit, welche beim Erkalten erstarrt | Wie das vorige. |
| Bernstein . . | C + H + O. | Schmilzt schwierig, giebt Wasser, brenzliches Oel und Bernsteinsäure aus, die sich im Halse verdichten, hinterlässt einen glänzenden schwarzen Rückstand. | Entzündet sich und brennt mit gelber Flamme unter Verbreitung eines eigenthümlichen aromatischen Geruchs. |

| Mineral. | Formel. | Verhalten | |
|---|---|---|---|
| | | im Glaskolben. | auf Platinblech. |
| Mellith (Honigstein) . . | $\dddot{Al}\,\overline{M}^3 + 15\dot{H}$ | Giebt Wasser aus, und verkohlt beim Erhitzen bis zum Rothglühen unter Entwickelung eines schwachen aromatischen Geruchs. | Verbrennt auf der Kohle zu einer weissen Asche, welche, mit salpetersaurem Kobaltoxydul befeuchtet, beim Erhitzen die Thonerde-Reaction zeigt. |

Die aufgezählten Mineralien gehören zu den wichtigsten der Classe der organischen Mineralien, sie sind aber doch nur einige wenige der vielen Species, welche von verschiedenen Autoren beschrieben wurden. Viele von diesen sind ausserordentlich selten und nicht interessant genug, um hier einen Platz beanspruchen zu können. Von den Kohlenarten sind nur Anthracit, Steinkohle und Braunkohle aufgeführt worden, aber es giebt namentlich von der eigentlichen Steinkohle sehr verschiedene Varietäten, wie die Cannelkohle u. s. w., deren nähere Beschreibung nicht hierher gehört.

## Schwefel.

(Verhalten im Glaskolben Seite 22, in der offenen Röhre Seite 23, mit Soda Seite 80 und 81.)

Gediegener Schwefel wird leicht dadurch erkannt, dass er im Glaskolben schmilzt, sich ohne, oder mit geringem Rückstande verflüchtigt und wieder verdichtet, dass er bei starkem Erhitzen in der offenen Glasröhre mit blauer Flamme zu schwefliger Säure verbrennt und dass ein schwarzer Flecken auf Silber entsteht, wenn man ihn mit Soda auf Kohle schmilzt und die geschmolzene Masse in einen Tropfen Wasser legt, den man auf ein Stück polirtes Silber gebracht hat.

Ueber die Schwefelmetalle und schwefelsauren Salze siehe die verschiedenen Metalle.

# Kali.

(Verhalten auf der Platinzange oder auf Platindraht siehe Seite 33. Verfahren, das Kali bei Gegenwart von Natron zu entdecken, siehe Seite 77.)

Wenn man die zusammengesetzten Silicate, worin Kali in grösserer oder geringerer Menge vorkommt, von der Betrachtung ausschliesst, so ist die Zahl der Kali-Mineralien gering und

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Salpeter . . . | $\dot{K}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N}$ | Schmilzt leicht zu einer klaren Flüssigkeit, die bei starker Hitze siedet und Sauerstoff ausgiebt. | — | Bewirkt lebhaftes Verbrennen der Kohle; die bleibende Salzmasse zieht sich in die Kohle, reagirt stark alkalisch und braust mit Säuren. |
| Polyhalit . . | $\dot{K}\dddot{S} + \dot{M}g\dddot{S} + 2\,\dot{C}a\dddot{S} + 2\,\dot{H}$. | Giebt Wasser aus. | — | Schmilzt zu einer röthlichen Kugel, welche in der Reductionsflamme zu einer hohlen Kruste zusammenschrumpft. |

Salpeter wird selten rein gefunden. Er enthält gewöhnlich mehr oder weniger Chlorkalium und schwefelsaures Kali, sowie gelegentlich Natron-, Kalk- und Magnesia-Salze. Wegen des

nur eins derselben, nämlich der Salpeter, ist von Wichtigkeit. Die violette Färbung, welche das Kali der Löthrohrflamme ertheilt, ist ein sehr sicheres Erkennungsmittel, wenn Natron nicht vorhanden ist. Bei Gegenwart von Natron muss so operirt werden, wie es Seite 77 angegeben wurde, um das Kali zu entdecken. Mit Ausnahme der Silicate sind alle Kali-Mineralien in Wasser löslich und sie lassen sich im Allgemeinen durch den Geschmack erkennen, wenn man sie auf die Zunge bringt.

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| Schmilzt auf Platindraht und färbt die Flamme violett. Die Färbung wird durch Kalk und Natron mehr oder weniger modificirt. | — | — | — | Entwickelt beim Erhitzen mit zweifach schwefelsaurem Kali in dem Glaskolben salpetrige Dämpfe (siehe Seite 81). |
| Schmilzt auf Platindraht und färbt die Flamme gelb, wegen eines kleinen Gehalts an Natron. | Löst sich ruhig zu einem klaren Glase, das von Eisen schwach gefärbt erscheint und gesättigt beim Erkalten undurchsichtig wird. | Wie in Borax. | Schmilzt; die Alkalien werden von der Kohle aufgesogen, Kalk und Magnesia bleiben unschmelzbar an der Oberfläche. | Die alkalische Masse vom Schmelzen auf der Kohle giebt auf Silber die Schwefel-Reaction. |

Gehalts an schwefelsauren Salzen giebt er nach dem Glühen auf Kohle auf Silber die Schwefel-Reaction. — Ueber Alunit (Alaunstein) und natürlichen Alaun siehe Thonerde.

# Natron.

(Verhalten in der Zange oder auf Platindraht siehe Seite 33.)

Die intensive gelbe Färbung, welche alle Natron-Salze der Löthrohrflamme ertheilen, ist in allen Fällen ein genügender

| Mineral. | Formel. | Verhalten (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
|---|---|---|---|---|
| Steinsalz . . | Na Cl. | Schmilzt zu einer klaren Flüssigkeit. | — | Schmilzt, zieht sich in die Kohle und verflüchtigt sich theilweis, die Kohle rund umher beschlagend. |
| Natron . | $\dot{Na}\ddot{C} + 10\dot{H}$. | Schmilzt und giebt Wasser aus. | — | Schmilzt und wird von der Kohle aufgesogen. |
| Natronsalpeter . . . . | $\dot{Na}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N}$. | Schmilzt und giebt in starker Hitze salpetrige Dämpfe aus. | — | Verbrennt die Kohle lebhaft und zieht sich in die Kohle. |

Beweis des Vorhandenseins dieses Alkalis. Mit Ausnahme von Kryolith sind alle in der folgenden Tabelle aufgezählten Mineralien in Wasser löslich und viele derselben lassen sich an ihrem charakteristischen Geschmacke erkennen; namentlich Steinsalz und Natronsalpeter.

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| Schmilzt sehr leicht und färbt die Flamme gelb. | — | — | — | Giebt die Chlor-Reaction (siehe Seite 84). |
| Schmilzt und verhält sich wie das vorige. | — | — | — | Löst sich in Säuren unter starkem Aufbrausen. |
| Schmilzt auf Platindraht und färbt unter Aufbrausen die Flamme gelb. | — | — | — | Giebt im Glaskolben mit zweifach schwefelsaurem Kali die Salpetersäure-Reaction (siehe Seite 81). |

Natron

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Glaubersalz . | $\dot{\mathrm{Na}}\dddot{\mathrm{S}} + 10\dot{\mathrm{H}}$. | Schmilzt und giebt Wasser aus, das neutral reagirt. | — | Schmilzt und wird von der Kohle aufgesogen. Die gesättigte Kohle giebt auf Silber die Schwefel-Reaction. |
| Glauberit . . | $\dot{\mathrm{Na}}\dddot{\mathrm{S}} + \dot{\mathrm{Ca}}\dddot{\mathrm{S}}$. | Decrepitirt unter Ausgabe von mehr oder weniger Wasser und schmilzt in starker Hitze zu einer klaren Flüssigkeit. | — | Schmilzt erst zu einer klaren Kugel, breitet sich dann aus; das Natron-Salz wird aufgesogen, das Kalk-Salz bleibt an der Oberfläche. Die geschmolzene Masse giebt auf Silber die Schwefel-Reaction. |

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| Schmilzt und färbt die Flamme gelb. | — | — | — | Giebt die Schwefelsäure-Reaction (siehe Seite 80). |
| Schmilzt leicht zu einem klaren Glase, färbt die Flamme gelb. | Schmilzt leicht und giebt die Kalk-Reaction. | Wie in Borax. | Wie auf Kohle allein. | Giebt die Schwefelsäure-Reaction (siehe Seite 80). |

Natron.

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Borax . . . | $\dot{Na}\dddot{B}^{2} + 10\dot{H}$. | Bläht sich auf unter Ausgabe von Wasser und schmilzt in starker Hitze. | — | Bläht sich auf und schmilzt zu einer klaren Perle, welche von Unreinigkeiten mehr oder weniger gefärbt ist. |
| Kryolith . . | $3\,NaFl + Al_2Fl_3$. | Decrepitirt schwach und giebt eine Spur Wasser. | So erhitzt, dass die Flamme in die Röhre auf das Mineral schlägt, wird Flusssäure entwickelt, welche das Innere der Röhre ätzt. | Schmilzt zu einer klaren Kugel, welche beim Erkalten zu einem weissen Email erstarrt. Anhaltend erhitzt, entwickelt er Blasen, giebt Flusssäure aus und wird unschmelzbar. |

Die meisten der obigen Mineralien werden selten rein gefunden und diejenigen, in deren Zusammensetzung schwefelsaures Natron und Chlornatrium nicht wesentlich eingeht, enthalten doch häufig mehr oder weniger von diesen Salzen als Verunreinigung,

Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle | (7) mit Soda. | |
| Wie auf Kohle. | — | — | Schmilzt zu einer klaren Perle, welche beim Erkalten krystallinisch wird. | Giebt die Borsäure-Reaction (siehe Seite 79). |
| Schmilzt und färbt die Flamme gelb. | Löst sich zu einer klaren Perle, welche auf grösseren Zusatz undurchsichtig wird. | Wie in Borax. | Schmilzt zu einer klaren Kugel, breitet sich dann auf der Kohle aus, das Natron wird aufgesogen und eine unschmelzbare Masse von Thonerde bleibt zurück. | Wenn der erhaltene Thonerde-Rückstand mit Kobaltlösung befeuchtet und stark erhitzt wird, nimmt er eine schön blaue Farbe an. |

zugleich mit mehr oder weniger Magnesia, Kalk oder Eisen. Sind diese vorhanden, so können sie durch die am betreffenden Orte aufgeführten Reactionen erkannt werden.

8

## Baryt und Strontian.

Baryt (Verhalten in der Zange Seite 36, in Borax und Phosphorsalz Tabelle I., mit Soda Seite 74). — Die wichtigsten Löthrohr-Eigenschaften der Baryt-Mineralien sind: Die grüne Färbung, welche sie der Flamme ertheilen, was sie von Strontian- und Kalk-Mineralien unterscheidet, und die Eigenschaft, von der Kohle aufgesogen zu werden, wenn man sie mit Soda auf Kohle schmilzt, wodurch sich der Baryt von allen Erden,

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Schwerspath | $\dot{Ba}\dddot{S}$. | Decrepitirt bisweilen und giebt mehr oder weniger Wasser aus. | — | Schmilzt in der Reductionsflamme. |
| Cölestin . . . | $\dot{Sr}\dddot{S}$. | — | — | Schmilzt zu einer milchweissen Perle. |
| Witherit . . | $\dot{Ba}\ddot{C}$. | Decrepitirt mehr oder weniger und giebt Wasser aus. | — | Schmilzt, braust auf und wird theilweis von der Kohle aufgesogen. |

Strontian ausgenommen, unterscheidet. Eine Boraxperle, welche Baryt enthält und durch Flattern undurchsichtig gemacht worden ist, hat ein milchweisses Ansehen, während Kalk, Magnesia und Thonerde unter denselben Umständen eine krystallinische Perle geben.

Strontian (Verhalten in der Zange Seite 35, in Borax und Phosphorsalz Tabelle I., mit Soda Seite 74). — Strontian-Mineralien gleichen den Baryt-Mineralien in den Reactionen mit Borax und mit Soda auf Kohle. Sie unterscheiden sich davon durch die Färbung, welche sie der Löthrohrflamme ertheilen.

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| Schmilzt schwierig an den Ecken; färbt die äussere Flamme grün. In der innern Flamme entsteht Ba S, das leicht schmilzt. | Giebt die Baryt-Reaction. | Wie in Borax. | Schmilzt zu einer klaren Perle, breitet sich dann aus, und zieht sich in die Kohle. Die geschmolzene Masse giebt auf Silber die Schwefel-Reaction. | Mit Kali auf Platin geschmolzen giebt es die Schwefelsäure-Reaction (siehe Seite 80). |
| II. Färbt die Flamme roth. | Giebt die Strontian-Reaction. | Wie in Borax. | Aehnlich wie das vorige. | Aehnlich wie das vorige. |
| I Färbt die äussere Flamme intensiv grün. | Löst sich unter Aufbrausen und giebt die Baryt-Reaction. | Wie in Borax. | Schmilzt zu einer klaren Perle, breitet sich dann aus und geht in die Kohle. | Wird von verdünnter Salzsäure unter Aufbrausen gelöst. |

### Baryt und Strontian.

| Mineral. | Formel. | Verhalten (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
|---|---|---|---|---|
| Strontianit . | $\dot{Sr}\ddot{C}$. | Wird undurchsichtig. | — | Wie in der Zange. |
| Barytocalcit . | $\dot{Ba}\ddot{C} + \dot{Ca}\ddot{C}$. | Wie das vorige. | — | Als Pulver sintert es zusammen, schmilzt aber nicht. |

Die obigen Mineralien enthalten häufig mehr oder weniger Eisen, Magnesia und Kalk als Verunreinigungen. Schwerspath enthält gelegentlich auch kleine Mengen Strontian, aber da die grüne Färbung, welche der Baryt der Löthrohrflamme ertheilt,

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda | |
| Blättert ab und wächst blumenkohlartig aus. Die Auswüchse leuchten stark und schmelzen an der Spitze. Färbt die Flamme schön roth. | Gleicht dem vorigen. | Wie in Borax. | Wie das vorige. | Wie das vorige. |
| IV. Färbt die Flamme grün in der Mitte, roth an der Spitze. | Löst sich unter Aufbrausen. In grosser Menge giebt es eine halb krystallinische Perle. | Wie in Borax, aber die gesättigte Perle ist milchweiss. | Schmilzt, geht theilweis in die Kohle, den Kalk zurücklassend. | Wie Witherit. |

die Strontian-Färbung überwältigt, weil der Baryt in grossem Uebermaasse vorhanden ist, so kann der Strontian nur auf nassem Wege nachgewiesen werden.

# Kalk.

(Verhalten in der Zange Seite 35, in Borax und Phosphorsalz Tabelle I.)

Die meisten der Kalk-Mineralien, ausgenommen nämlich die Silicate und die Natron oder Baryt enthaltenden, lassen sich an der rothen Färbung erkennen, welche sie der Löthrohrflamme ertheilen, ferner an ihrem Verhalten in der Boraxperle und Phosphorsalzperle und an dem Verhalten mit Soda auf Kohle (S. 114).

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Gyps . . | $\dot{Ca}\ddot{S} + 2\dot{H}$. | Wird weiss, giebt Wasser aus und wird zu gebranntem Gyps. | — | Verwandelt sich in der Reductionsflamme in CaS, das alkalisch reagirt und auf Silber die Schwefel-Reaction giebt. |
| Apatit . . | $\dot{Ca}\left\{\begin{matrix}Cl\\Fl\end{matrix}\right. + 3\dot{Ca}^3\dddot{P}$ | Decrepitirt bisweilen und giebt etwas Wasser aus. | — | — |

Dadurch unterscheidet sich Kalk von Baryt und Strontian, während die negative Eigenschaft, keine bestimmte Farbe anzunehmen, wenn er mit Kobaltlösung behandelt wird, ihn von Thonerde und Magnesia unterscheidet. Sind aber Magnesia, Thonerde, Eisen oder Mangan in irgend beträchtlicher Menge vorhanden, so muss man zur Analyse auf nassem Wege Zuflucht nehmen, um das Vorhandensein von Kalk darzuthun. Hat man dann auf diese Weise die alkalischen Erden von einander geschieden, so können sie durch das Löthrohr wie gewöhnlich erkannt werden.

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| Schmilzt schwierig zu einer Perle, welche die Flamme roth färbt. | Löst sich zu einer klaren Perle auf, welche die Kalk-Reaction giebt. | Wie in Borax. | Verhält sich wie Kalk. Die alkalische Masse giebt auf Silber die Schwefel-Reaction. | Giebt die Schwefelsäure-Reaction. (Seite 80.) |
| IV. Zuvor in Schwefelsäure getaucht, färbt er die Flamme grün, dann roth. | Löst sich leicht auf und giebt in etwas grösserer Menge eine undurchsichtige Perle. | Giebt die Kalk-Reaction. | Ist unschmelzbar. Das Alkali geht in die Kohle, der Kalk bleibt zurück. | Giebt mit Phosphorsalz und Kupferoxyd die Chlor-Reaction (S. 84). Entwickelt mit Phosphorsalz in der offenen Röhre Flusssäure (S. 81). |

Kalk.

| Mineral. | Formel. | Verhalten (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
|---|---|---|---|---|
| Pharmacolith | $\dot{Ca}^2 \ddot{As} + 6 \dot{H}$. | Giebt Wasser aus und entwickelt arsenikalischen Geruch.. | — | Schmilzt zu einer undurchsichtigen Perle und verbreitet starken Arsengeruch. |
| Kalkspath | $\dot{Ca} \ddot{C}$. | Wird weiss und decrepitirt bisweilen. In starker Hitze geht Kohlensäure weg und es bleibt gebrannter Kalk. | | Wird weiss oder braun, wenn er viel Eisen oder Mangan enthält, leuchtet stark. |

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| I. Schmilzt zu einer durchscheinenden violetten Perle, deren Farbe von Kobalt herrührt. Färbt die Flamme anfangs blau, dann schwach roth. | Löst sich leicht zu einer von Kobalt stark gefärbten Perle, was die Kalk-Reaction undeutlich macht. | Wie in Borax. | Schmilzt und giebt Arsen aus; das Alkali geht dann in die Kohle wie bei dem vorigen. | — |
| V. Leuchtet stark und färbt die Flamme roth. Wird ätzend und zeigt stark alkalische Reaction. | Löst sich unter Entwickelung von Kohlensäure und giebt, wenn er rein ist, die Kalk-Reaction. Die Perle ist gewöhnlich mehr oder weniger gefärbt von Eisen und Mangan. | Wie in Borax. | Schmilzt und verhält sich wie andere Kalk-Salze. | Löst sich unter Aufbrausen in kalter Salzsäure. |

Kalk.

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Flussspath . . | Ca Fl. | Phosphorescirt mit verschiedenen Farben, wenn er im Dunkeln erhitzt wird. Bisweilen decrepitirt er und giebt eine Spur Wasser. Wird opalisirend. | — | Schmilzt leicht zu einer klaren Perle, die beim Erkalten undurchsichtig wird, giebt dann Flusssäure aus, leuchtet stark und wird unschmelzbar. |

Die meisten der aufgeführten Mineralien enthalten bisweilen Eisen, Magnesia und Mangan als Verunreinigungen, in wechselnden Mengen. Kalkspath besonders kann einen beträchtlichen Gehalt an diesen Oxyden zeigen, indem er auf der einen Seite allmälig in Dolomit, auf der anderen in Eisenspath und Manganspath übergeht. Flussspath enthält zuweilen kleine Mengen von Phosphorsäure und Chlor.

Zu den wichtigen Kalk-Mineralien gehören noch: Anhydrit ($\dot{C}a\dddot{S}$), der sich ganz wie Gyps verhält, nur dass er, als wasserfreies Salz, wenig oder kein Wasser in dem Glaskolben ausgiebt;

Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| Wie auf Kohle; färbt die Flamme roth. | Giebt die Kalk-Reaction. | Wie in Borax. | Schmilzt zu einer klaren Perle, die beim Erkalten undurchsichtig wird. Bei grossem Zusatz von Alkali verhält er sich wie Kalk. | Giebt mit Phosphorsalz in der offenen Röhre die Flusssäure-Reaction (Seite 81). |

**Arragonit**, welcher sich wie Kalkspath verhält und bisweilen Anzeigen von Strontian und Blei giebt (**Plumbocalcit**), und **Dolomit oder Bitterspath** ($\dot{Ca}\ddot{C} + x\,\dot{Mg}\ddot{C}$), der sich dadurch vom Kalkspath unterscheidet, dass er in kalter Salzsäure unlöslich ist, aber von warmer Säure gelöst wird.

Ueber das Löthrohr-Verhalten des Polyhalits siehe Kali; des Glauberits, Natron; des Barytocalcits, Baryt; und über das des Scheelits, Wolfram. Ueber Wollastonit, Datolith u. s. w. siehe die Silicate.

## Magnesia.

(Verhalten in der Boraxperle und Phosphorsalzperle siehe Tabelle I. Verhalten mit Kobaltlösung Seite 86.)

Die am meisten charakteristische Reaction der Magnesia ist die röthliche Färbung, welche sie annimmt, wenn sie mit Kobaltlösung befeuchtet und dann stark auf der Kohle geglüht wird. Kann die Magnesia, wegen des Vorhandenseins von Metalloxyden auf diesem Wege nicht nachgewiesen werden, so muss man zur

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Brucit . . . . | $\dot{Mg}\dot{H}$. | Giebt Wasser aus. | — | — |
| Bittersalz (Epromit). | $\dot{Mg}\dddot{S} + 7\dot{H}$. | Giebt sauer reagirendes Wasser aus. | — | Giebt Wasser und Schwefelsäure aus, leuchtet stark und wird alkalisch. |

Analyse auf nassem Wege schreiten, denn die negative Eigenschaft, die Flamme nicht zu färben (welche sie mit Thonerde und den selteneren Erden, Beryllerde, Yttererde u. s. w. theilt), ist schwerlich charakteristisch genug, und das Verhalten in der Boraxperle und Phosphorsalzperle, sowie mit Soda auf der Kohle gleicht völlig dem Verhalten des Kalkes. Die wichtigsten Magnesia-Mineralien sind aber leicht an ihren physikalischen Eigenschaften zu erkennen und an diese muss man sich deshalb besonders halten.

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| V. | Verhält sich wie Magnesia. Bisweilen giebt er eine schwache Eisen-Reaction. | Wie in Borax. | Verhält sich wie Magnesia (siehe oben). | Giebt mit salpetersaurem Kobaltoxydul die Magnesia-Reaction. |
| V. Wie auf Kohle. | Verhält sich wie Magnesia. | Wie in Borax. | Das Alkali geht in die Kohle, die Magnesia bleibt zurück. Giebt auf Silber die Schwefel-Reaction. | Der in (7) erhaltene Rückstand von Magnesia nimmt bei der Behandlung mit Kobaltlösung eine röthliche Färbung an. |

**Magnesia.**

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Boracit . . . | $\dot{Mg}\dddot{B}^2 + 2\dot{Mg}\ddot{B}$ | Giebt bisweilen eine Spur Wasser. | — | Schmilzt unter Aufblähen zu einer weissen krystallinischen Perle. |
| Magnesit . . | $\dot{Mg}\ddot{C}$. | Giebt bisweilen etwas Wasser aus. | — | Schmilzt nicht. Nimmt mit Kobaltlösung eine röthliche Färbung an. |

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle | (7) mit Soda. | |
| I. Wie auf Kohle. Färbt die Flamme grün. | Schmilzt leicht zu einer klaren Perle, welche krystallinisch ist, wenn sie viel von dem Mineral enthält, und welche meistens durch Eisen schwach gefärbt erscheint. | Wie in Borax. | Schmilzt mit einer kleinen Menge des Alkalis zu einer klaren Perle, die beim Erkalten krystallinisch wird. Mit einer grösseren Menge Alkali giebt er eine klare nicht krystallinische Perle. | — |
| V. | Verhält sich wie Magnesia. Bisweilen giebt er eine schwache Eisen-Reaction. | Wie in Borax. | Schmilzt zu einer Perle; die Soda geht dann in die Kohle und es bleibt ein unschmelzbarer Rückstand von Magnesia. | Der Rückstand von (7) giebt mit Kobaltlös. die Magnesia-Reaction. Löst sich in erwärmter Salzsäure unter Aufbrausen. |

Magnesia.

| Mineral. | Formel. | Verhalten (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
|---|---|---|---|---|
| Mesitinspath | $(\dot{M}g\ \dot{F}e\ \dot{M}n)\ \ddot{C}$. | Wie Magnesit. | — | Schmilzt nicht. Nimmt eine tiefbraune Farbe an. |

Die aufgeführten Magnesia-Mineralien enthalten meistens kleine Mengen von Kalk, Eisen und Mangan, von denen die beiden letzteren durch die Färbung der Boraxperle erkannt werden. Brucit enthält bisweilen eine kleine Menge Kohlensäure und Magnesit eine Spur Schwefelsäure.

Andere Magnesia-Mineralien von geringerer Wichtigkeit sind: Periclas ($\dot{M}g$), der sich wie Brucit verhält, ausgenommen, dass er in dem Glaskolben kein Wasser ausgiebt; Hydromagnesit,

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| V. | Giebt die Eisen- und Mangan-Reaction. | Wie in Borax. | Wie Magnesit, aber der Rückstand ist dunkel von Eisen und Mangan. | Löst sich unter Aufbrausen in erwärmter Salzsäure. Mit Soda und Salpeter giebt er Mangan-Reaction. |

der dem Magnesit in den Reactionen gleicht, aber im Kolben eine beträchtliche Menge Wasser ausgiebt; Wagnerit ($\dot{\text{M}}\text{g}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\text{P}} + \text{MgFl}$), welcher dadurch charakterisirt ist, dass er nach dem Benetzen mit Schwefelsäure die Flamme grün färbt und dass, wenn man ihn mit Phosphorsalz auf die Seite 81 beschriebene Weise schmilzt, die Glasröhre geätzt wird.

Ueber Dolomit siehe Kalk; über Polyhalit siehe Kali, über Spinell und Lazulith siehe Thonerde.

## Thonerde.

(Verhalten in der Boraxperle und Phosphorsalzperle siehe Tabelle I., Verhalten mit Kobaltlösung, S. 86.)

Vor dem Löthrohre wird die Thonerde von anderen Erden dadurch unterschieden, dass sie eine schön blaue Farbe annimmt, wenn sie nach dem Befeuchten mit Kobaltlösung auf Kohle einer

| Mineral. | Formel. | Verhalten (1) im Glaskolben. | Verhalten (2) in der offenen Glasröhre. | Verhalten (3) auf der Kohle. |
|---|---|---|---|---|
| Sapphir . . }<br>Corund . . . }<br>Smirgel . . } | $\overset{\cdots}{\text{Al}}$. | — | — | — |
| Websterit (Aluminit) . | $\overset{\cdots}{\text{Al}}\overset{\cdots}{\text{S}} + 9\dot{\text{H}}$. | Giebt Wasser aus und, bei anfangender Rothglühhitze, schweflige Säure und Schwefelsäure. | — | Giebt Wasser und Schwefelsäure mit Zurücklassung einer unschmelzbaren Masse. |
| Alaun . . . . | $\dot{\text{R}}\overset{\cdots}{\text{S}} + \overset{\cdots}{\text{Al}}\overset{\cdots}{\text{S}}^3 + 24\dot{\text{H}}$. | Bläht sich bedeutend auf und giebt viel Wasser aus. Bei starkem Erhitzen entwickelt sich Schwefelsäure, welche Lackmuspapier röthet. | — | Bläht sich auf und wird unschmelzbar. |

starken Hitze ausgesetzt wird. Wie bei der Magnesia wird diese Prüfung unanwendbar, wenn färbende Metalloxyde, wie Eisenoxyde, Manganoxyde u. s. w. vorhanden sind. In diesem Falle muss man den nassen Weg einschlagen, um die Thonerde von den Erden zu unterscheiden, welche, wie sie selbst, die Löthrohrflamme nicht färben.

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| V. | Lösen sich als feines Pulver langsam zu einem farblosen Glase. | Wie in Borax. | — | Als feines Pulver mit Kobaltlösung befeuchtet und erhitzt nehmen sie eine blaue Farbe an. |
| V. | Verhält sich wie Thonerde. | Wie in Borax. | Giebt eine unschmelzbare Masse, die auf Silber die Schwefel-Reaction hervorbringt. | Mit Kali auf Platin geschmolzen wirkt er nicht auf Silber (Seite 80). Kobaltlösung bringt die Thonerde-Reaction hervor. |
| V. Färbt die Flamme violett, wenn Kalialaun, gelb, wenn Natron vorhanden. | Löst sich und giebt die Eisen- und Mangan-Reaction, wenn Oxyde dieser Metalle vorhanden sind. Sonst ist die Perle farblos. | Wie in Borax. | Das Alkali zieht sich in die Kohle, es bleibt eine unschmelzbare Masse, welche auf Silber die Schwefel-Reaction giebt. | Wenn er nicht zuviel Eisen oder Mangan enthält, giebt er die Thonerde-Reaction mit Kobaltlösung. Uebrigens wie Websterit. |

Thonerde.

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Türkis (Kalait) | $\dddot{Al}^2 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P} + 5\dot{H}$. | Giebt Wasser aus, bisweilen decrepitirt er und wird schwarz. | — | Wird braun, schmilzt aber nicht. |
| Wawellit . . | $Al\,Fl^3 + (3\,\dddot{Al}^4 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}^3) + 18\dot{H}$. | Giebt Wasser und etwas Flusssäure aus, welche das Glas ätzt. | — | Blättert ab und wird weiss. |
| Spinell . . . . | $\dot{R}\,\dddot{Al}$. | — | — | — |

Von den aufgeführten Mineralien sind zwei, nämlich Alaun und Spinell, ausserordentlich veränderlich in ihrer Zusammensetzung. In dem ersteren wird $\dot{R}$ durch ein oder mehrere der iso-

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| V. Wie auf Kohle. Färbt die äussere Flamme grün. | Giebt in der Oxydationsflamme eine grüne Perle, deren Färbung von Kupfer und Eisen herrührt. In der Reductionsflamme eine undurchsichtige rothe Perle. | Wie in Borax. | Bläht sich auf, schmilzt dann zu einem halbklaren Glase, das durch Eisen gefärbt ist. Mit mehr Alkali giebt er eine unschmelzbare Masse. | Giebt die Phosphorsäure-Reaction (S. 89). |
| V. Wie auf der Kohle. Färbt die äussere Flamme grün, besonders nach dem Befeuchten mit Schwefelsäure. | Wie Thonerde. Giebt meistens eines chwache Eisen-Reaction. | Wie in Borax. | Bildet eine weisse unschmelzbare Masse. | Giebt mit Kobaltlösung auf der Kohle die Thonerde-Reaction |
| V. | Giebt schwache Eisen-Reaction. | Wie in Borax. | Schmilzt theilweise und giebt eine poröse Masse. | Giebt mit salpetersaurem Kobaltoxydul die Thonerde-Reaction, mit Salpeter und Soda eine schwache Mangan-Reaction. |

morphen Basen: Kali, Natron, Ammon, Magnesia, Manganoxydul und Eisenoxydul repräsentirt, die in jedem beliebigen Verhältniss zugegen sein können. Die gewöhnlichste und bekann-

teste Art des Alauns ist der Kalialaun, aber das natürliche Salz enthält immer mehr oder weniger Eisen und meistens etwas Natron. Das allgemeine Verhalten des Alauns vor dem Löthrohre ist das in der Tabelle mitgetheilte, etwas modificirt durch die Gegenwart oder Abwesenheit der eben genannten Basen. Im Spinell besteht allerdings $\dot{R}$ gewöhnlich aus Magnesia, aber es kann auch zu jedem Betrage durch andere Basen repräsentirt werden, z. B. durch Zinkoxyd in der Varietät Gahnit (Automolit), durch Eisenoxydul im Hercinit, sowie durch Kalk, Manganoxydul und Kupferoxyd in kleineren Mengen. Im Gahnit lässt sich die Gegenwart von Zink leicht an dem weissen Beschlag erkennen, der entsteht, wenn man das Mineral mit Soda auf Kohle behandelt (Seite 28 u. 74). Das Kupferoxyd in Chlorospinell wird durch die Reaction in der Phosphorsalzperle leicht entdeckt.

Ausser den eben aufgezählten Mineralien sind noch die folgenden wichtig: Diaspor ($\dddot{Al}\,\dot{H}$) der sich wie Corund verhält, aber im Kolben eine beträchtliche Menge Wasser ausgiebt; Alaunstein (Alunit) ($\dot{Ka}\dddot{S} + 3\,\dddot{Al}\dddot{S} + 6\,\dot{H}$), der im Glaskolben decrepitirt und Wasser und schwefelsaures Ammon entlässt, auf der Kohle sintert, aber nicht schmilzt und in der Phosphorsalzperle ein Kieselskelett hinterlässt, sich aber übrigens ähnlich wie Alaun verhält; Lazulith ($2\,\dot{R}^3\overset{.....}{P} + \dddot{Al}^4\overset{.....}{P}^3 + 6\,\dot{H}$; in welcher Formel $\dot{R}$ Magnesia, Kalk oder Eisenoxydul sein kann), der im Glaskolben Wasser ausgiebt und die Farbe verliert, auf der Kohle sich aufbläht, aber nicht schmilzt, in der Zange die Flamme grün färbt und mit Kobaltlösung befeuchtet die Thonerde-Reaction zeigt; Childrenit, ein Phosphorsäure-Salz von Eisenoxyd, Manganoxyd und Thonerde, welches im Kolben Wasser entlässt, in der Boraxperle und Phosphorsalzperle Eisen- und Mangan-Reaction giebt, in der Zange aufschäumt, die äussere Flamme bläulich grün färbt und etwas an den Ecken schmilzt.

Ueber Kryolith siehe Natron.

## Kieselsäure.

(Verhalten in der Boraxperle und Phosphorsalzperle siehe Tabelle I., mit Soda Seite 74).

Kieselsäure-Mineralien, das ist Mineralien, welche ganz oder fast ganz aus Kieselsäure bestehen, sind meistens leicht durch ihre mineralogischen Kennzeichen zu unterscheiden. Man theilt sie in zwei Gruppen, wasserhaltige und wasserfreie. Die erstere Gruppe umfasst die verschiedenen Varietäten von Opal, so den edlen Opal, gemeinen Opal, Halbopal, Holzopal, Hyalith und die erdigen Varietäten Cacholong und Kieselsinter. Die letztere Gruppe enthält die Varietäten von Quarz, so Bergkrystall, Amethyst, Prasem, Katzenauge, Aventurin, Hornstein, Jaspis, Chalcedon und Chrysopras. Die Varietäten der Kieselsäure sind vor dem Löthrohre durch ihre Unschmelzbarkeit, ihre Unlöslichkeit in Phosphorsalz und dadurch charakterisirt, dass sie mit Soda zu einem klaren Glase schmelzen, das beim Erkalten durchsichtig bleibt. Die wasserhaltigen Varietäten unterscheiden sich von den wasserfreien dadurch, dass sie Wasser ausgeben, wenn man sie im Glaskolben bis zum Rothglühen erhitzt. In Borax lösen sich die reinen Varietäten langsam zu einem klaren Glase; die unreinen lösen sich ebenfalls und färben das Glas meistens mehr oder weniger stark von Eisen oder einem anderen Metalloxyde. Thonerde und Kalk kommen ebenfalls häufig in kleinen Mengen vor und können auf nassem Wege nachgewiesen werden. Nickel findet sich in der grünen, wasserfreien Varietät Chrysopras.

## Silicate.

(Verhalten in der Zange, Seite 32 u. ff., mit Soda Seite 74.)

Die vielen und wichtigen Mineralien, welche im Wesentlichen aus Verbindungen der Kieselsäure mit den erdigen Basen, Kalk, Magnesia und Thonerde bestehen, sind, mit einigen Ausnahmen, diejenigen, bei denen das Löthrohr die am wenigsten befriedigenden Resultate giebt. Denn da die Verschiedenheit einer grossen Anzahl derselben nicht durch die Natur, sondern nur durch das relative Verhältniss der Bestandtheile bedingt wird, so bedarf es entweder einer quantitativen Analyse oder der vollständigsten Kenntniss der physikalischen Eigenschaften, um einen sicheren Schluss auf die Species möglich zu machen, und eine Löthrohr-Prüfung kann, durch Ermittelung der Schmelzbarkeit eines solchen Silicats, seines Verhaltens mit Soda, der Gegenwart oder Abwesenheit von Wasser, wenig mehr thun, als das Silicat neben zwanzig und mehr andere Silicate stellen, welche demselben in ihren Eigenschaften mehr oder weniger gleichen und von denen es nur durch die Analyse oder durch die physikalischen Eigenschaften zu unterscheiden ist. Einige wenige Silicate enthalten grössere oder geringere Mengen von Fluor, Chlor, oder Borsäure, und durch diese ist es häufig möglich, mit dem Löthrohre zu einem Schlusse von grösserer Sicherheit zu gelangen. Lithion und Chrom, welche ebenfalls in verhältnissmässig wenigen Silicaten vorkommen, sind ebenfalls sehr charakteristisch. Aber die seltenen erdigen Basen, Zirconerde, Yttererde, Beryllerde, geben vor dem Löthrohre keine auffallenden Reactionen und ihr Vorhandensein kann nur durch eine Analyse auf nassem Wege dargethan werden. Eisen und Mangan kommen häufig in den Erdsilicaten vor, theils, indem ihre Oxyde Kalk, Magnesia und Thonerde vertreten, oder indem

diese wesentliche Bestandtheile bilden, so dass sich aus ihrem Vorhandensein kein sicherer Schluss auf die Species machen lässt.

Die Gegenwart von Kieselsäure in einem Minerale kann leicht dadurch erwiesen werden, dass man ein Stückchen desselben in der Phosphorsalzperle behandelt. Die Basen lösen sich mehr oder weniger schwierig in dem Salze, während die Kieselsäure, weil sie unlöslich ist, zurückbleibt, und zwar in der Form des angewandten Stückchens Mineral.

In Borax lösen sich die Silicate von Kalk und Magnesia im Allgemeinen leicht auf, während die Silicate von Thonerde langsam und schwierig gelöst werden. Die Kalksilicate sind ausserdem häufig noch dadurch charakterisirt, dass sie sich aufblähen, oder dass sie aufschäumen, wenn man sie auf der Zange in der Löthrohrflamme erhitzt. Bei den Mineralien, welche diese Erscheinung zeigen, ist dies in der Tabelle durch bl. (bläht sich auf) bemerkt.

Als die für Löthrohrversuche passendste Eintheilung der Silicate ist die folgende gewählt:

I. Wasserfreie Silicate.
II. Wasserhaltige Silicate (Schmelzbarkeit I. bis V.).
a. Geben mit Soda eine geflossene Kugel.
b. Geben nur mit einer kleinen Menge Soda eine Kugel, mit einer grösseren Menge eine schlackige Masse.
c. Geben nur eine schlackige Masse.

Diese Eintheilung der Mineralien nach ihrer Schmelzbarkeit und ihrem Verhalten mit Soda wurde zuerst von Berzelius vorgeschlagen und es findet sich in dessen Werke: »Die Anwendung des Löthrohrs«, eine Tabelle, in welcher die wichtigsten oxydirten Mineralien nach diesem Verhalten zusammengestellt sind. Später wurde diese Eintheilung mit einigen Abänderungen von Plattner in seinem oft angeführten ausge-

zeichneten Werke angenommen. Die folgende Haupttabelle I. umfasst die wichtigsten Silicate im Allgemeinen; in Tabelle II. sind dann in alphabetischer Ordnung diejenigen aufgeführt, welche charakteristische Reactionen geben.

## Tabelle I.

### a) Wasserfreie Silicate.

| Schmelzbarkeit für sich und mit Soda. | Mineral. | Formel. | |
|---|---|---|---|
| I. a. | Axinit . . . . . . . | $(\dot{Ca}\dot{Mg})^3(\dddot{B}\dddot{Si})^3 +$ $(\dddot{Al}\dddot{Fe}\dddot{Mn})^2(\dddot{Si}\dddot{B})$ | bl. |
| | Elaeolith . . . . . | $(\dot{K}\dot{Na})^3\dddot{Si} + 3\dddot{Al}\dddot{Si}$ | bl. |
| | Granat . . . . . . | $\dot{R}^3\dddot{Si} + \dddot{R}\dddot{Si}$ | |
| | Oligoklas . . . . . | $\dot{Na}\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}^2$ | |
| | Skapolith . . . . . | $(\dot{Ca}\dot{Na})^3\dddot{Si}^2 + 2\dddot{Al}\dddot{Si}$ | bl. |
| | Spodumen . . . . | $(\dot{Li}\dot{Na})^3\dddot{Si}^2 + 4\dddot{Al}\dddot{Si}^2$ | bl. |
| b. | Asbest, bis II. . . | wie Hornblende | |
| | Augit (einige Var.) . . . . . . | $(\dot{Ca}\dot{Mg}\dot{Fe}\dot{Mn})^3\dddot{Si}^2$ | bl. |
| | Epidot, bis III. . | $(\dot{Ca}\dot{Fe})^3\dddot{Si} +$ $2(\dddot{Al}\dddot{Fe}\dddot{Mn})\dddot{Si}$ | bl. |
| | Hornblende (einige Var.) . . . . . . | $(\dot{Ca}\dot{Mg}\dot{Fe})^4(=\dddot{Si}\dddot{Al})^3$ | bl. |
| | Sodalith, bis III. | $\dot{Na}^3\dddot{Si} + 3\dddot{Al}\dddot{Si} + Na\,Cl$ | bl. |
| | Vesuvian . . . . . | $3(\dot{Ca}\dot{Mg})^3\dddot{Si} + 2(\dddot{Al}\dddot{Fe})\dddot{Si}$ | bl. |
| c. | Zweiaxiger Glimmer, bis III. . | $\dot{K}\dddot{Si} + 4(\dddot{Al}\dddot{Fe})\dddot{Si}$ | |

| Schmelzbarkeit für sich und mit Soda. | Mineral. | Formel. | |
|---|---|---|---|
| I. c. | Hauyn . . . . . . . | $(\dot{K}\dot{N}a)^3\dddot{Si} + 3\,\ddot{Al}\dddot{Si} + 2\,\dot{C}a\dddot{S}$ | |
| | Turmalin, bis V. | $(\dot{R}\ddot{R}\dddot{B})^4\dddot{Si}^3$ | bl. |
| II. a. | Labrador . . . . . | $(\dot{C}a\dot{N}a\dot{K})\dddot{Si} + (\ddot{Al}\ddot{Fe})\dddot{Si}$ | |
| | Lepidolith . . . . | $(K\,Na\,L)\,F + (\ddot{Al}\ddot{Fe})\dddot{Si}^2$ ? | |
| | Ryakolith . . . . . | $\dot{K}\dddot{Si} + \ddot{Al}\dddot{Si}^3$ | |
| | Albit . . . . . . . . | $\dot{N}a\dddot{Si} + \ddot{Al}\dddot{Si}^3$ | |
| b. | Augit (einige Var.) | $\dot{R}^3\dddot{Si}^2$ | |
| | Actinolith . . . . . | $(\dot{C}a\dot{M}g\dot{F}e)^4\dddot{Si}^3$ | bl. |
| | Diopsid . . . . . . | $(\dot{C}a\dot{M}g)^3\dddot{Si}^2$ | |
| | Humboldtilith . . | $2\,(\dot{C}a\dot{M}g\dot{N}a\dot{K})\dddot{Si}$ $+ (\ddot{Al}\ddot{Fe})\dddot{Si}$ | |
| | Salit . . . . . . . . | wie Augit | |
| | Tremolit . . . . . | $(\dot{C}a\dot{M}g)^4\dddot{Si}^3$ | bl. |
| c. | Pyrop . . . . . . . | $(\dot{C}a\dot{M}g\dot{F}e)^3\dddot{Si} + \ddot{Al}\dddot{Si} + m\ddot{Cr}$ ? | |
| III. a. | Anorthit . . . . . . | $(\dot{C}a\dot{M}g\dot{N}a\dot{K})^3\dddot{Si}$ $+ 3\,(\ddot{Al}\ddot{Fe})\dddot{Si}$ | |
| | Nephelin . . . . . | $(\dot{N}a\dot{K}\dot{C}a)^2\dddot{Si} + 2\,\ddot{Al}\dddot{Si}$ | |
| | Obsidian . . . . . | $\dddot{Si}, \ddot{Al}, \ddot{Fe}, \dot{F}e, \dot{C}a\dot{N}a\dot{K}$ | bl. |
| | Orthoklas . . . . . | $(\dot{K}\dot{N}a)\dddot{Si} + \ddot{Al}\dddot{Si}^3$ | |
| | Petalit . . . . . . . | $(\dot{L}i\dot{N}a)^3\dddot{Si}^4 + 4\,\ddot{Al}\dddot{Si}^4$ | |
| | Bimsstein . . . . | $\dddot{Si}, \ddot{Al}, \dot{C}a, \dot{K}, \dot{N}a, \dot{H}$ | bl. |
| b. | Gadolinit, bis V . | $(\dot{Y}\dot{C}e\dot{L}a\dot{F}e\dot{C}a)^3\dddot{Si}$ | |
| | Nephrit . . . . . . | $(\dot{C}a\dot{M}g\dot{F}e)^4\dddot{Si}^3$ ? | bl. |
| | Wollastonit . . . . | $\dot{C}a^3\dddot{Si}^2$ | |
| c. | Jolit . . . . . . . . | $(\dot{M}g\dot{F}e)^3\dddot{Si}^2 + 3\,\ddot{Al}\dddot{Si}$ | |
| IV. a. | Beryll . . . . . . . | $\ddot{Be}\dddot{Si}^2 + \ddot{Al}\dddot{Si}^2$ | |

| Schmelzbarkeit für sich und mit Soda. | Mineral. | Formel. |
|---|---|---|
| IV. b. | Diallage . . . . . | $(\dot{Ca}\,\dot{Mg}\,\dot{Fe})^3\,(\dddot{Si}\,\dddot{\bar{Al}})^2$ |
| | Hypersthen . . . . | $(\dot{Mg}\,\dot{Fe})^3\,\dddot{Si}^2$ |
| c. | Fuchsit . . . . . . | $(\dot{K}^5\,\dddot{Si}^2 + 9\,(\dddot{\bar{Al}}\,\dddot{\bar{Cr}})^5\,\dddot{Si}^6$ |
| V. a. | Leucit . . . . . . . | $\dot{K}^3\,\dddot{Si}^2 + \dddot{\bar{Al}}\,\dddot{Si}^2$ |
| b. | Chondrodit . . . . | $(\dot{Mg},\,Mg\,F)^4\,(\dddot{Si},\,Si\,F^3)$ |
| | Olivin . . . . . . . | $(\dot{Mg}\,\dot{Fe}\,\dot{Ca})^3\,\dddot{Si}$ |
| c. | Andalusit . . . . . | $(\dddot{\bar{Al}}\,\dddot{\bar{Fe}})^3\,\dddot{Si}^2$ |
| | Chrysoberyll . . . | $\dddot{\bar{Be}} + \dddot{\bar{Al}}$ |
| | Cyanit . . . . . . . | $\dddot{\bar{Al}}^3\,\dddot{Si}^2$ |
| | Pyknit . . . . . . . | $6\,\dddot{\bar{Al}}^3\,\dddot{Si}^2 + (3\,\bar{Al}\,F^3 + 2\,Si\,F^3)$ |
| | Topas . . . . . . . | |
| | Zircon . . . . . . . | $\dddot{\bar{Zr}}\,\dddot{Si}$ |
| | Staurolith . . . . . | $(\dddot{\bar{Al}}\,\dddot{\bar{Fe}})^2\,\dddot{Si}$ |

## b) Wasserhaltige Silicate.

| Schmelzbarkeit für sich und mit Soda. | Mineral. | Formel. | |
|---|---|---|---|
| I. a. | Analcim . . . . . . | $\dot{Na}^3\dddot{Si}^2 + 3\dddot{Al}\dddot{Si}^2 + 6\dot{H}$ | bl. |
| | Apophyllit . . . . | $(\dot{K}, KF)(\dddot{Si}, SiF^3) + 6\dot{Ca}\dddot{Si} + 15\dot{H}$ | bl. |
| | Brewsterit . . . . | $(\dot{Sr}\dot{Ba})\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}^3 + 5\dot{H}$ | bl. |
| | Chabasit . . . . . | $(\dot{Ca}, \dot{Na}, \dot{K})^3\dddot{Si}^2 + 3\dddot{Al}\dddot{Si}^2 + 18\dot{H}$ | bl. |
| | Laumontit . . . . | $\dot{Ca}^3\dddot{Si}^2 + 3\dddot{Al}\dddot{Si}^2 + 12\dot{H}$ | bl. |
| | Mesotyp . . . . . | $(\dot{Na}\dot{Ca})\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si} + 3\dot{H}$ | bl. |
| | Natrolith . . . . . | $(\dot{Na}\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si} + 2\dot{H}$ | bl. |
| | Prehnit . . . . . . | $\dot{Ca}^2\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si} + \dot{H}$ | bl. |
| | Skolezit . . . . . . | $\dot{Ca}\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si} + 3\dot{H}$ | bl. |
| | Thomsonit . . . . | $(\dot{Ca}\dot{Na})^3\dddot{Si} + 3\dddot{Al}\dddot{Si} + 7\dot{H}$ | bl. |
| | Datolith . . . . . . | $2\dot{Ca}^3\dddot{Si} + \dddot{B}^3\dddot{Si}^2 + 3\dot{H}$ | bl. |
| | Heulandit . . . . . | $\dot{Ca}\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}^3 + 5\dot{H}$ | bl. |
| | Stilbit . . . . . . . | $\dot{Ca}\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}^3 + 6\dot{H}$ | bl. |
| b. | Okenit . . . . . . . | $\dot{Ca}^3\dddot{Si}^4 + 6\dot{H}$ | bl. |
| | Pectolit . . . . . . | $(\dot{Ca}\dot{Na})^4\dddot{Si}^3 + \dot{H}$ | |
| c. | Saponit . . . . . . | $2\dot{Mg}^3\dddot{Si}^2 + \dddot{Al}\dddot{Si} + 10$ oder $6\dot{H}$ | |
| II. a. | Antrimolit . . . . | $3(\dot{Ca}\dot{K})\dddot{Si} + 5\dddot{Al}\dddot{Si} + 15\dot{H}$ | |
| | Harmotom . . . . | $\dot{Ba}\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}^2 + 5\dot{H}$ | |
| b. | Brevicit . . . . . . | $\dot{Na}\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si} + 2\dot{H}$ | |
| | Orthit . . . . . . . | $\dot{R}^3\dddot{Si} + \dddot{R}\dddot{Si} + (\dot{H})?$ | bl. |

| Schmelzbarkeit für sich und mit Soda. | Mineral. | Formel. | |
|---|---|---|---|
| III. c. | Pechstein . . . . . | $\dddot{Si}, \dddot{\bar{Al}}, \dddot{\bar{Fe}}, \dot{Mg}\dot{Na}, \dot{K}\dot{H}$ | |
| | Talk, bis V. . . . | $\dot{Mg}^6\dddot{Si}^5 + 2\dot{H}$ | |
| | Chlorit . . . . . . . | $3(\dot{Mg}\dot{Fe})^3\dddot{Si} + (\dddot{\bar{Al}}\dddot{\bar{Fe}})^2\dddot{Si} + 9\dot{H}$ | |
| | Pinit . . . . . . . . | $\dddot{Si}, \dddot{\bar{Al}}, \dddot{\bar{Fe}}, \dot{K}, \dot{Mg}, \dot{H}$ | |
| IV. a. | Steatit . . . . . . . | $\dot{Mg}^6\dddot{Si}^5 + 4\dot{H}$ | |
| c. | Gilbertit . . . . . | $\dddot{Si}, \dddot{\bar{Al}}, \dot{Fe}, \dot{Mg}, \dot{H}$ | bl. |
| | Meerschaum . . . | $\dot{Mg}\dddot{Si} + \dot{H}$ | |
| | Serpentin . . . . . | $\dot{Mg}^9\dddot{Si}^4 + 6\dot{H}$ | |
| V. a. | Gismondin . . . . | $(\dot{Ca}\dot{K})^2\dddot{Si} + 2\dddot{\bar{Al}}\dddot{Si} + 9\dot{H}$ | |

# Tabelle II.

| | |
|---|---|
| Analcim | wird, wenn er durchsichtig ist, beim Erhitzen weiss und undurchsichtig, erhält aber bei beginnendem Schmelzen die Durchsichtigkeit wieder und schmilzt dann zu einem klaren Glase. |
| Andalusit | wird blau, wenn er gepulvert mit Kobaltsolution auf Kohle behandelt wird. |
| Apophyllit | schmilzt zu einem schaumigen weissen Glase. |
| Axinit | färbt die Löthrohrflamme grün, wegen des Gehalts an Borsäure. Die Reaction ist besonders deutlich, wenn das Mineral zuvor mit Flussspath und zweifach schwefelsaurem Kali gemischt wurde. |
| Beryll | giebt bisweilen mit Borax und Phosphorsalz die Chrom-Reaction. |
| Chabasit | schmilzt zu einem weissen Email. |
| Chondrodit | entwickelt in der Glasröhre Flusssäure, wenn er für sich oder mit Phosphorsalz erhitzt wird. Giebt bisweilen eine Spur Wasser. |
| Chrysoberyll | wird von Soda nicht angegriffen. Fein gepulvert mit Kobaltlösung behandelt färbt er sich blau. |
| Datolith | schmilzt zu einem klaren Glase und färbt die Flamme grün. |
| Diallage | giebt häufig eine kleine Menge Wasser aus. |

| | |
|---|---|
| Fuchsit | giebt mit Borax und Phosphorsalz die Chrom-Reaction. |
| Gadolinit | der von Hitteroe fängt plötzlich an zu verglimmen, wenn man ihn in einem theilweis bedeckten Platinlöffel zum schwachen Rothglühen erhitzt. |
| Hauyn | giebt die Schwefel-Reaction auf Silber, wenn er für sich oder mit Kali auf der Kohle behandelt wird. Enthält sowohl Schwefel als auch Schwefelsäure. |
| Hypersthen | wie Diallage. |
| Cyanit | wie Andalusit. |
| Laumontit | blättert ab bei starkem Erhitzen und kräuselt sich. |
| Lepidolith | färbt die Löthrohrflamme von Lithion schön roth, giebt mit Phosphorsalz die Fluor-Reaction. |
| Leucit | einige Varietäten werden blau, wenn man sie mit Kobaltlösung behandelt. |
| Meerschaum | schwärzt sich häufig beim Erhitzen im Kolben und entwickelt einen brenzlichen Geruch, in Folge eines Gehaltes an organischer Substanz. Wenn diese weggebrannt ist, wird er wieder weiss und nimmt dann, beim Befeuchten mit Kobaltlösung und Erhitzen eine röthliche Farbe an. |
| Okenit | verhält sich wie Apophyllit. |
| Olivin | einige Varietäten geben Flusssäure aus, wenn sie mit Phosphorsalz erhitzt werden. |
| Pectolit | ähnlich wie Apophyllit. |
| Petalit | färbt die Flamme schwach roth, wie Lepidolith. |
| Prehnit | wie Chabasit. |

| | |
|---|---|
| Pyknit | wird blau beim Behandeln mit Kobaltlösung. Giebt mit Phosphorsalz die Fluor-Reaction. |
| Pyrop | giebt mit Borax und Phosphorsalz die Chrom-Reaction. |
| Skolezit | ähnlich wie Laumontit, aber mehr ausgesprochen. |
| Skapolith | enthält bisweilen ein wenig Lithion und färbt dann die Flamme roth, wenn er mit Flussspath und zweifach schwefelsaurem Kali geschmolzen wird. |
| Sodalith | wird er mit 1/5 seines Volumens Kupferoxyd gemengt, das Gemenge angefeuchtet, so dass es zusammenbackt, und eine kleine Menge davon auf der Kohle mit der blauen Oxydationsflamme erhitzt, so färbt sich die äussere Flamme intensiv blau von Kupferchlorid. |
| Spodumen | bei nicht zu starkem Erhitzen färbt er die Flamme roth, bei stärkerem Erhitzen gelb. |
| Stilbit | wie Chabasit. |
| Topas | bleibt beim Erhitzen klar. Sonst wie Pyknit. |
| Turmalin | giebt mit Flussspath und zweifach schwefelsaurem Kali die Borsäure-Reaction. |
| Wollastonit | färbt die Flamme schwach roth von Kalk. |
| Zircon | die gefärbten Varietäten werden beim Erhitzen weiss oder farblos und durchsichtig. Wird nur schwach von Soda angegriffen. |

# Cer.

(Verhalten in Borax und Phosphorsalz Seite 52.)

Mit Ausnahme des Orthits, der schon bei den erdigen Silicaten abgehandelt wurde, ist der Cerit $(\dot{C}e, \dot{L}a, \dot{D})^3 \dddot{S}i + 3\ HO$, das einzige wichtige Cer-Mineral. Sein Löthrohrverhalten ist das folgende: Im Glaskolben entwickelt er Wasser und wird trübe; auf der Kohle und in der Zange schmilzt er nicht; in Borax und Phosphorsalz giebt er die charakteristischen Reactionen des Ceroxyds; in dem letzteren zugleich ein Kieselsäure-Skelett; mit Soda bildet er eine halbgeschmolzene schlackige Masse. Um das Lanthan und Didym im Cerit zu entdecken, muss eine vollständige Analyse auf nassem Wege sorgfältig ausgeführt werden, für deren Details man „H. Rose's Handbuch der analytischen Chemie" nachsehen mag.

# Uran.

(Verhalten in Borax und Phosphorsalz Seite 59.)

In den drei wichtigsten Uran-Mineralien, nämlich: Pechblende, Uranocher und Uranit, lässt sich die Gegenwart von Uran hinreichend sicher, durch die Seite 59 beschriebenen Reactionen mit Borax und Phosphorsalz nachweisen. Beim Chalcolith wird die Uran-Reaction durch Kupfer verdeckt, was daher fortgeschafft werden muss, wenn man die Uran-Reaction erhalten will. Dies kann dadurch geschehen, dass man das Kupfer vorher auf der Kohle reducirt, wie es Seite 60 beschrieben ist. Nachher lassen sich die Uran-Reactionen erhalten, wenn man die Boraxperle von der Kohle auf Platindraht bringt. Uranoxyd unterscheidet sich von Eisenoxyd durch die schöne grüne Färbung, welche es der Phosphorsalzperle in der Reductionsflamme ertheilt, und dadurch, dass eine damit gesättigte Boraxperle schwarz wird, wenn man sie einer flatternden Reductionsflamme aussetzt.

Pechblende besteht niemals aus reinem Uranoxyduloxyd, sondern enthält stets mehr oder weniger von den folgenden Körpern: Eisen, Blei, Kupfer, Wismuth, Mangan, Kobalt, Arsen, Kalk, Schwefel, Kieselsäure, Kohlensäure und Wasser. Von diesen sind Blei, Eisen, Schwefel, Arsen, Kieselsäure und Wasser am beständigsten vorhanden und deren Reactionen sind deshalb in der folgenden Tabelle berücksichtigt worden. Das Vorhandensein einiger anderen modificirt ebenso die Reactionen beträchtlich. — Was die anderen aufgeführten Uran-Mineralien betrifft, so sind die zufälligen Verunreinigungen, die darin vorkommen, für das Löthrohr-Verhalten ohne wichtigen Einfluss.

Ein Uran-Mineral, welches aber nur selten vorkommt und deshalb in der Tabelle keinen Platz gefunden hat, ist der

Johannit, ein wasserhaltiges schwefelsaures Uranoxyd. Er gleicht in vielen seiner Reactionen dem Chalcolith, unterscheidet sich aber von diesem Minerale dadurch, dass er keine Phosphorsäure-

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Pechblende . | $\dot{U}\,\ddot{\bar{U}}$ (im Wesentlichen). | Giebt etwas Wasser aus und eine kleine Menge Schwefel, Schwefelarsen und metallisches Arsen. | Entwickelt schweflige Säure und giebt ein weisses Sublimat von $As\,O_3$. | Giebt arsenikalische Dämpfe aus. |
| Uranocher . | $\dddot{\bar{U}}\dot{H}^2$. | Giebt Wasser aus und wird roth. | — | V. Wird in der Reductionsflamme grün. |
| Uranit . . . . | $(\dot{Ca}+\dddot{\bar{U}}^2)\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$ $+ 8\,HO$. | Giebt Wasser aus, wird gelb und undurchsichtig. | — | Schmilzt unter Aufblähen zu einer schwarzen Kugel mit halbkrystallinischer Oberfläche. |
| Chalcolith . . | $(\dot{Cu}+\dddot{\bar{U}}^2)\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$ $+ 8\,\dot{H}$. | Wie Uranit. | — | Wie Uranit. |

Reaction giebt und dass er einen schwarzen Flecken auf Silber hervorbringt, wenn er mit Soda auf die Seite 80 beschriebene Weise geschmolzen wird.

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| III. Färbt die Flamme über die Perle hinaus blau, von Bleigehalt; bisweilen auch grün nach der Spitze zu von Kupfer. | Das geröstete Mineral giebt die Uran-Reaction. | Wie in Borax. Es bleibt ein kleiner Rückstand von Kieselsäure. | Unschmelzbar. Giebt den charakteristischen Bleibeschlag und bisweilen kleine Partikeln Kupfer. | — |
| — | Giebt die Uran-Reaction. | Wie in Borax. | — | — |
| — | Giebt die Uran-Reaction. | Wie in Borax. | Bildet eine unschmelzbare gelbe Schlacke. | Giebt die Phosphorsäure-Reaction (S. 89). |
| Wie Uranit. | Giebt in der Oxydationsflamme eine grüne Perle, welche in der Reductionsflamme undurchsichtig roth wird von Kupfer. | Wie in Borax. | Giebt in der Reductionsflamme eine Kugel von metallischem Kupfer. | Wie Uranit. |

# Eisen.

(Verhalten in Borax und Phosphorsalz Seite 54, mit Soda Seite 74, besondere Reaction Seite 69.)

Die Eisenoxyde unterscheiden sich leicht von anderen Metalloxyden durch ihre Reactionen in Borax und Phosphorsalz in der Oxydationsflamme und Reductionsflamme, und dadurch, dass sie keinen Beschlag auf der Kohle geben, wenn man sie mit Soda behandelt. Sie sind in den meisten Mineralien zugegen, entweder als wesentliche oder zufällige Bestandtheile; aber nur diejenigen Mineralien, in denen sie einen der Hauptbestandtheile

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Eisenkies (Schwefelkies) | $Fe\,S_2$. | Giebt ein beträchtliches gelbes Sublimat von Schwefel und bisweilen Schwefelarsen; auch Schwefelwasserstoff. | Schweflige Säure und bisweilen arsenige Säure werden entwickelt. | Giebt etwas Schwefel aus, der mit blauer Flamme brennt. Der Rückstand schmilzt zu einer magnetischen Kugel. |
| Magnetkies . | $\overset{\prime}{F}e^5\ \overset{\prime\prime\prime}{F}e$. | -- | Entwickelt schweflige Säure. | Schmilzt zu einer magnetischen Kugel, welche an der Oberfläche schwarz ist, auf dem Bruche bronzefarben glänzend erscheint. |

ausmachen, werden Eisen-Mineralien genannt, und nur diese enthält die folgende Tabelle. Die natürlichen Eisenoxyde werden mehr oder weniger unschmelzbar, wenn man sie in der äusseren oxydirenden Flamme behandelt, aber in der inneren blauen Flamme werden sie etwas schmelzbar und magnetisch. Die meisten der Silicate des Eisens schmelzen ebenfalls und werden magnetisch, wenn man sie in gleicher Weise auf der Kohle behandelt, ebenso die Sulfide und Arsenide des Eisens. Von den Schwefelsäure-, Phosphorsäure- und Arsensäure-Salzen des Eisens geben einige schon eine magnetische Perle, wenn sie für sich auf der Kohle in der Reductionsflamme geschmolzen werden, andere erst beim Schmelzen mit Soda.

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| — | Das geröstete Mineral giebt starke Eisen-Reaction. | Wie in Borax. | Schmilzt zu einer schwarzen Masse, die sich auf der Kohle ausbreitet und auf Silber die Schwefel-Reaction giebt. | — |
| — | Wie Eisenkies. | Wie in Borax. | Wie Eisenkies. | — |

## Eisen.

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Arsenikkies . | $FeAs + FeS_2$. | Zuerst entsteht ein rothes Sublimat von Schwefelarsen, dann ein schwarzes Sublimat von metallischem Arsen. | Schweflige Säure und arsenige Säure werden entwickelt; die letztere bildet ein weisses Sublimat. | Giebt viel arsenige Säure, welche einen weissen Beschlag bildet, und schmilzt zu einer magnetischen Kugel. |
| Magneteisenstein . . . . | $Fe_3 O_4$. | — | — | — |
| Eisenglanz (Var. rother Glaskopf, Rotheisenstein, Eisenrahm u. s. w. | $Fe_2 O_3$. | — | — | — |
| Brauneisenstein (Var. Göthit, Lepidokrokit, brauner Glaskopf u. s. w.) | $\dddot{Fe}$ und $\dot{H}$. | Giebt Wasser aus. | — | — |
| Franklinit . . | $(\dot{Fe}\dot{Zn}\dot{Mn})$ $\dddot{Fe}\dddot{Mn}$. | — | — | Bildet einen weissen Beschlag auf der Kohle, der mit Kobaltlös. befeuchtet grün wird (S. 86.) |

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| — | Wie Eisenkies. | Wie in Borax. | Wie Eisenkies. | — |
| Schmilzt in der blauen Flamme an den Ecken und bleibt magnetisch. | Giebt die Eisen-Reaction. | Wie in Borax. | | — |
| V. Wird in der blauen Flamme zu $Fe_3O_4$ u. verhält sich dann wie Magneteisenstein. | Wie Magneteisenstein. | Wie in Borax. | — | — |
| Wie Eisenglanz. | Wie Eisenglanz. | Wie in Borax. | — | — |
| V. Schmilzt in der blauen Flamme an den Ecken und wird magnetisch. | Giebt Eisen- und Mangan-Reaction. | Wie in Borax. | Giebt einen beträchtlichen weissen Beschlag von $ZnO$. | Giebt mit Salpeter und Soda starke Mangan-Reaction (S. 75). |

**Eisen.**

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glas-kolben. | (2) in der offenen Glasröhre | (3) auf der Kohle. |
| Titaneisen (Var. Ilmenit, Iserin u. s. w.) | $\dddot{Ti}$ und $\dddot{Fe}$. | — | — | — |
| Chromeisenstein. . . . | $\dot{Fe}\,\dddot{Cr}$. | — | — | — |
| Wolfram . . | $(\dot{Fe}\,\dot{Mn})\,\dddot{Wo}$. | Decrepitirt bisweilen und giebt etwas Wasser aus. | — | Schmilzt zu einer Kugel, welche beim Erkalten metallgrau krystallinisch wird. |

(Fortsetzung).

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| V. Schmilzt in der Reductionsflamme an den Ecken und wird magnetisch. | Giebt die Eisen-Reaction. | Giebt in der Oxydationsflamme die Eisen-Reaction. In der Reductionsflamme erhält die Perle eine dunkel braunrothe Farbe. | — | — |
| Wie das vorige. | Löst sich langsam und giebt die Chrom-Reaction. | Wie in Borax. | Giebt auf Platinblech mit Salpeter und Soda geschmolzen eine gelbe Masse von chromsaurem Kali. | |
| — | Löst sich leicht und giebt die Eisen-Reaction. | Löst sich leicht. Die Perle zeigt in der Oxydationsflamme die Eisen-Reaction, in der Reductionsflamme wird die Perle dunkelroth. Schon von kleiner Menge des Minerals ist die Perle undurchsichtig. | Giebt auf Platinblech die Mangan-Reaction. | Wird der mit Phosphorsalz erhaltenen Perle Zinn zugesetzt und bläst man dann einen Augenblick darauf, so erscheint sie grün, bei längerem Blasen hinterbleibt schwach röthliche Färbung. |

**E i s e n.**

| Mineral. | Formel. | Verhalten (1) im Glaskolben. | Verhalten (2) in der offenen Glasröhre. | Verhalten (3) auf der Kohle. |
|---|---|---|---|---|
| Lievrit . . . . | $3(\dot{Fe}\,\dot{Ca})^3\dddot{Si} + 2\,\ddot{\bar{Fe}}\,\dddot{Si}$. | Giebt bisweilen etwas Wasser und wird schwarz. | — | Schmilzt zu einer schwarzen Kugel, welche in der Reductionsflamme magnetisch wird. |
| Chloropal . . | $\ddot{\bar{Fe}}\,\dddot{Si}^2 + 3\,\dot{H}$. | Decrepitirt mehr oder weniger, giebt viel Wasser aus und wird schwarz. | — | — |
| Grünerde . . | $\dddot{Si}$, $\dot{Fe}$, $\ddot{\bar{Al}}$, $\dot{Na}$, $\dot{Ka}$, $\dot{H}$ u. s. w. | Giebt Wasser aus und wird dunkler. | — | — |
| Spatheisenstein (Siderit). | $\dot{Fe}\,\ddot{C}$. | Decrepitirt bisweilen; giebt Kohlensäure aus, wird schwarz und magnetisch. | — | Wie im Glaskolben. |

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| I. Wird in der Reductionsflamme magnetisch. | Giebt die Eisen-Reaction. | Giebt die Eisen- und Kieselsäure-Reaction. | Schmilzt zu einer undurchsichtigen schwarzen Kugel. | Giebt gewöhnlich mit Salpeter und Soda die Mangan-Reaction. |
| Verliert die Farbe und wird schwarz. | Giebt die Eisen-Reaction. | Giebt die Eisen- und Kieselsäure-Reaction. | Schmilzt zu einem durchsichtigen grünen Glase. | — |
| V. Schmilzt in der Reductionsflamme an den Ecken und färbt die äussere Flamme gelb ($\dot{N}a$) oder violett ($\dot{K}a$). | Wie das vorige Mineral. | Wie das vorige Mineral. | Bildet eine schlackige Masse. | — |
| Verhält sich ähnlich wie Magneteisenstein. | Giebt die Eisen- und bisweilen die Mangan-Reaction. | Wie in Borax. | Verhält sich wie Oxyd. Giebt meistens mit Salpeter und Soda auf Platin die Mangan-Reaction. | Löst sich in Säuren unter Aufbrausen. |

## Eisen.

| Mineral. | Formel. | Verhalten (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
|---|---|---|---|---|
| Eisenvitriol . | $\dot{Fe}\dddot{S}+7\dot{H}$. | Giebt Wasser aus, bei stärkerem Erhitzen schweflige Säure und Schwefelsäure, welche Lakmuspapier röthen. | Entwickelt Wasser und schweflige Säure, welche durch den Geruch zu erkennen ist. | Verliert Wasser und Schwefelsäure und wird zu Eisenoxyd. |
| Vivianit . . . | $\dot{Fe}^3\ddot{P}+8\dot{H}$. | Giebt Wasser aus. | — | Schäumt auf und schmilzt dann zu einer grauen metallischen Kugel. |
| Triphyllin . | $(\dot{Fe}\dot{Mn}\dot{Li})^3\ddot{P}$ | Giebt alkalisch reagirendes Wasser und wird metallglänzend, dem Graphit ähnlich. | — | Schmilzt leicht zu einer schwarzen magnetischen Kugel, die schwachen Metallglanz besitzt. |

(Fortsetzung).

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| Giebt Wasser und schweflige Säure und verhält sich dann wie Magneteisen. | Das geröstete Mineral giebt die Eisen-Reaction. | Wie in Borax. | Bildet Schwefelnatrium und Eisenoxyd. Das erstere zieht sich in die Kohle und bringt, ausgeschnitten, auf Silber die Schwefel-Reaction hervor. | Wird er in Wasser gelöst und ein Streifen Silberblech in die Lösung gebracht, so bleibt derselbe glänzend (S. 80). |
| Wie auf der Kohle, färbt die Flamme grün ($\dddot{P}$). | Giebt die Eisen-Reaction. | Wie in Borax. | Wird in der Reductionsflamme magnetisch und schmilzt zu einer schwarzen schlackigen Masse. | — |
| Färbt auf Platindraht die Flamme roth ($\dot{L}i$) und grün ($\dddot{P}$) nach der Spitze zu, schmilzt zu einer schwarzen magnetischen Kugel. Siehe S. 34. | Giebt die Eisen- und Mangan-Reaction. | Giebt die Eisen-Reaction, welche die Mangan-Reaction überwiegt. | Bildet eine unschmelzbare poröse Masse, die in der Reductionsflamme magnetisch wird. | Giebt auf Platinblech mit Salpeter und Soda die Mangan-Reaction. |

E i s e n.

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Skorodit . . . | $\dddot{Fe}\,\overset{.....}{As} + 4\dot{H}$. | Giebt Wasser aus. | Giebt Wasser und arsenige Säure aus. | Entwickelt arsenikalischen Rauch und schmilzt in der Reductionsflamme zu einer magnetischen, metallglänzenden Masse. |
| Würfelerz . . | $\dot{Fe}^3\overset{.....}{As} + \dddot{Fe}^3\,\overset{.....}{As}^2 + 18\dot{H}$. | Giebt viel Wasser aus. | Wie Skorodit. | Wie Skorodit. |

Die Arsenide und Sulfide des Eisens enthalten zuweilen kleine Mengen Kobalt und Nickel. Im Eisenkies findet sich bisweilen auch Kupfer. Die natürlichen Eisenoxyde sowohl als die Silicate des Eisens und einige andere Eisen-Mineralien enthalten in der Regel mehr oder weniger Mangan, und die Silicate, Kohlensäure- und Schwefelsäure-Salze häufig gewisse Mengen von Magnesia und Kalk. Der Spatheisenstein (kohlensaures Eisenoxydul) geht in der That allmälig auf der einen Seite in Manganspath (kohlensaures Manganoxydul), auf der anderen Seite in Dolomit und Kalkspath über.

Ausser den in der obigen Tabelle aufgeführten Mineralien sind noch die folgenden bemerkenswerth: Arsenikeisen (Arsenikalkies, Leucopyrit, Fe As), das sich ähnlich wie Arsenikkies ver-

Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| I. Wie auf der Kohle. Färbt die äussere Flamme blau. | Das geröstete Mineral giebt die Eisen-Reaction. | Wie in Borax. | Wie auf Kohle für sich. | Giebt die Arsen-Reactionen (S. 87). |
| Wie Skorodit. | Wie Skorodit. | Wie in Borax. | Wie Skorodit. | Wie Skorodit. |

hält, ausgenommen dass es, wegen des geringen Gehaltes an Schwefel, im Glaskolben ein beträchtliches Sublimat von metallischem Arsen giebt und dass es in der offenen Röhre nur wenig schweflige Säure entwickelt. — Cronstedtit, Hisingerit und Krokydolit sind wasserhaltige Silicate von Eisenoxyden und enthalten mehr oder weniger Magnesia und Kalk. Im Krokydolit kommen ausserdem etwa 7 Proc. Natron vor, er färbt deshalb die Löthrohrflamme gelb. Uebrigens verhalten sich diese Mineralien ähnlich dem Chloropal, ausgenommen dass die Schmelzbarkeit des Krokydolits I, die des Cronstedtits III und die des Hisingerits IV ist. — Eisensinter (Eisenpecherz, Pittizit) ist eine wasserhaltige Verbindung von arsensaurem und schwefelsaurem Eisenoxyd; Diadochit eine wasserhaltige Verbindung von phosphorsaurem und schwefelsaurem Eisenoxyd. — Pyrosmalith ist eine wasserhal-

tige Verbindung von kieselsaurem Eisenoxydul und Eisenchlorid; er ist dadurch charakterisirt, dass er bei starkem Erhitzen in dem Glaskolben ein Sublimat von Eisenchlorid giebt und die verschiedenen Chlor-Reactionen zeigt (Seite 84).

---

## Mangan.

(Verhalten in Borax und Phosphorsalz Seite 53, mit Salpeter und Soda Seite 75.)

Durch die Reactionen, welche das Manganoxyd in der Boraxperle und Phosphorsalzperle giebt, und durch die charakteristische grüne Färbung, welche es beim Schmelzen mit Salpeter und Soda hervorbringt, kann dies Oxyd stets in den Mineralien entdeckt werden, selbst wenn nur Spuren davon vorhanden sind. Die Amethystfarbe, welche es der Boraxperle ertheilt, und welche in der Reductionsflamme verschwindet, ist sehr charakteristisch, wenn nicht andere stark färbende Oxyde zugegen sind; ist aber Kobalt, oder selbst Eisen in grösserer Menge vorhanden, so muss man zur Prüfung mit Salpeter und Soda greifen, um es zu entdecken.

Das Kieselmangan enthält bisweilen Kalk und meistens Eisen. Ist die Menge des letzteren hinreichend gross, so wird das Mineral beim Schmelzen in der blauen Flamme magnetisch. Manganspath enthält kohlensaures Eisenoxydul, kohlensauren Kalk und kohlensaure Magnesia in wechselnden Mengen, und geht dadurch in Eisenspath (Spatheisenstein) und Dolomit über.

Ausser den aufgeführten Mineralien sind noch die folgenden wichtig: Hausmannit ($\dot{M}n\,\ddot{M}n$) und Braunit ($\ddot{M}n$), welche sich ähnlich wie Manganit verhalten, aber weniger Wasser ausgeben; Polianit, der dem Pyrolusit in seinen Reactionen gleicht

und wahrscheinlich nur eine Varietät dieses Minerals ist, und Crednerit, $(\dot{B}a\,\dot{C}u)^3\dddot{M}n^2$, der dadurch charakterisirt ist, dass er mit Borax und Phosphorsalz gemischt Mangan- und Kupfer-Reaction giebt und dass er eine Kupferkugel liefert, wenn man ihn auf der Kohle mit der inneren Flamme behandelt; Manganocalcit, der sich von Manganspath vorzüglich durch die Krystallform unterscheidet und dessen Löthrohr-Verhalten zeigt.

Von anderen Mangan-Mineralien sind Franklinit und Triphyllin bei Eisen beschrieben (Seite 154 und 158), und solche vielbasische Silicate, wie Mangan-Granat und Mangan-Epidot sind als Varietäten von Granat, Epidot u. s. w. in die Tabelle der Erd- und Alkali-Silicate aufgenommen (Seite 138).

Mangan.

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Manganglanz | Mn S. | — | Giebt schweflige Säure aus und wird an der Oberfläche graugrün. | Wird langsam geröstet und in Oxyd umgewandelt. |
| Pyrolusit . . | $\ddot{Mn}$. | Giebt meistens etwas Wasser aus und entlässt beim stärkeren Erhitzen Sauerstoff. | — | — |
| Manganit . . | $\ddot{Mn}\dot{H}$. | Giebt viel Wasser aus. | — | — |
| Psilomelan . | $(\dot{Ba}\dot{Ca}\dot{Mg}\dot{Ka})\ddot{Mn} + \dot{H}$. | Giebt Wasser und bei stärkerem Erhitzen Sauerstoff aus. | — | — |

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| V. | Das geröstete Mineral giebt starke Mangan-Reaction. | Löst sich in ungeröstetem Zustande unter Aufwallen und mit Detonationen, welche von entwickeltem Schwefelphosphor herrühren. Die Perle zeigt dann die charakteristische violette Farbe. | Bildet eine schlackige Masse, welche auf Silber die Schwefel-Reaction giebt. | — |
| V. | Giebt die Mangan-Reaction. | Wie in Borax. | Bildet eine schlackige Masse. | — |
| V. Blättert ein wenig ab. | Wie Pyrolusit. | Wie in Borax. | Wie Pyrolusit. | — |
| V. Färbt die Flamme schwach grün (Ḃa) und nach der Spitze zu roth (Ċa). | Wie Pyrolusit. | Wie in Borax. | Wie Pyrolusit. | — |

## Mangan.

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Wad . . . . . | $\ddot{\text{Mn}}, \dot{\text{Mn}}, \dot{\text{H}}$, auch $\dddot{\text{Fe}}, \dddot{\text{Al}}, \dot{\text{Ba}}$ $\dot{\text{Cu}}, \dot{\text{Pb}}, \dddot{\text{Si}}$ u. s. w. | Giebt Wasser aus. | — | — |
| Kieselmangan (Var. Rhodonit, Mangan-Augit, Bustamit u. s. w.) | $\dot{\text{Mn}}^3 \dddot{\text{Si}}^2$ u. s. w. | Giebt mehr oder weniger Wasser. | — | Schmilzt in starkem Feuer zu einer braunen undurchsichtigen Kugel. |
| Manganspath (Diallogit). | $\dot{\text{Mn}}\, \ddot{\text{C}}$. | Decrepitirt häufig und giebt mehr oder weniger Wasser aus. | — | Reagirt nach starkem Erhitzen alkalisch, von Kalk. |
| Triplit . . . . | $(\dot{\text{Mn}}\, \dot{\text{Fe}})^4\, \overset{\cdot\cdot}{\dddot{\text{P}}}$. | Giebt meistens mehr oder weniger Wasser aus. | — | — |

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| Färbt die Flamme je nach seiner Zusammensetzung verschieden. | Giebt die Mangan-Reaction mehr oder weniger modificirt durch die Gegenwart anderer Oxyde. | Wie in Borax. | Wie Pyrolusit. | Verschieden nach der Zusammensetzung. Reagirt auf feuchtem rothen Lakmuspapier alkalisch nach starkem Erhitzen. |
| II. Wie auf Kohle. | Giebt in der Oxydationsflamme die Mangan-Reaction, in der Reductionsflamme die Eisen-Reaction mehr oder weniger stark. | Wie in Borax, lässt aber ein Kiesel-Skelett. | Schmilzt mit einer kleinen Menge des Alkalis zu einer schwarzen Kugel, mit einer grösseren giebt es eine Schlacke. | — |
| V. Färbt häufig die Flamme schwach roth. | Giebt die Mangan- und Eisen-Reaction. | Wie in Borax. | Bildet eine unschmelzbare Schlacke. | Löst sich in erwärmter Salzsäure unter starkem Aufbrausen. |
| I. Färbt die äussere Flamme grün ($\dddot{P}$). | Giebt die Mangan- und Eisen-Reaction. | Wie in Borax. | Bildet eine unschmelzbare Masse. | — |

## Chrom.

(Verhalten in Borax und Phosphorsalz Seite 68, zu Soda und Salpeter Seite 75.)

Das Chromoxyd wird in den Chrom-Mineralien leicht durch die sehr charakteristische grüne Färbung erkannt, welche es der Boraxperle und Phosphorsalzperle besonders in der Reductionsflamme ertheilt. Das einzige wichtige Chrom-Mineral ausser den unten aufgezählten und an anderen Stellen dieses Werkes beschriebenen ist der Chromocher, ein wasserhaltiges Silicat von Chromoxyd, Thonerde und Eisenoxyd. Es zeigt vor dem Löthrohre folgendes Verhalten: Im Glaskolben giebt es Wasser aus und wird farblos. In der Zange sintert es oberflächlich, schmilzt aber nicht. In Borax und Phosphorsalz löst es sich schwierig und giebt die Chrom-Reaction, im letzteren Salze ein Kieselskelett zurücklassend. Mit einer beträchtlichen Menge von Soda schmilzt es schwierig zu einem dunkelgrünen Email.

Die gemischten Silicate, Fuchsit, Pyrop u. s. w. sind bei den Silicaten abgehandelt (Seite 138 u. ff.). Ueber Chromeisenstein siehe Eisen, Seite 154, und über Rothbleierz siehe unten Blei.

## Nickel und Kobalt.

(**Verhalten in Borax und Phosphorsalz Seite 54 und 55, mit Soda Seite 74; Verfahren, das Nickel bei Gegenwart von Kobalt zu entdecken, Seite 78.**)

Diese beiden Metalle sind einander so verwandt und vertreten einander so häufig in demselben Minerale, dass es kaum möglich ist, das Löthrohr-Verhalten der Mineralien des einen zu beschreiben, ohne zugleich auch das Verhalten der Mineralien des anderen zu geben. Die Farbe, welche Kobalt dem Boraxglase ertheilt und welche in der Reductionsflamme unverändert sich erhält, ist sehr charakteristisch und so intensiv, dass sie die durch andere Metalloxyde hervorgebrachten Farben überwiegt oder doch sehr modificirt. Die Farbe unterscheidet sich von der durch Kupferoxyd erzeugten blauen Farbe leicht dadurch, dass sie in der Reductionsflamme oder auf Kohle keine Veränderung erleidet, und wenn Kobalt und Kupfer in einem Minerale zugleich vorkommen, so kann das letztere durch Reduction auf der Kohle entfernt werden und dann tritt die Kobaltfarbe sowohl in der Reductionsflamme als auch in der Oxydationsflamme deutlich hervor. Die Farbe, welche Nickel der Boraxperle ertheilt, ist ebenfalls charakteristisch, aber nicht sehr kräftig und kaum zu erkennen, wenn Kobalt auch nur in kleinen Mengen vorhanden. Unter solchen Umständen muss man zu dem Seite 78 beschriebenen Verfahren greifen um das Nickel zu entdecken.



Nickel und Kobalt.

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Haarkies . . (Millerit.) | NiS. | — | Entwickelt schweflige Säure. | Schmilzt unter starkem Aufbrausen zu einer magnetischen Kugel. |
| Kupfernickel | NiAs. | Giebt ein wenig arsenige Säure aus. | Giebt viel arsenige Säure, etwas schweflige Säure und zerfällt zu Pulver. | Schmilzt zu einer magnetischen Kugel unter Entwickelung von Arsen, das die Flamme blau färbt. |

Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| — | Das geröstete Mineral giebt die Nickel-Reaction, etwas modificirt durch kleine Mengen von Eisen und Kupfer. | Wie in Borax. | Schmilzt zu einer schlackigen Masse, welche auf Silber die Schwefel-Reaction giebt. | — |
| — | Wenn die Kugel, welche durch Schmelzen des Minerals auf Kohle erhalten wird, auf derselben Unterlage mit Borax, den man nach und nach zusetzt und wieder entfernt, geschmolzen wird, so giebt sie zuerst die Eisen-Reaction, dann die Kobalt-Reaction, wenn Kobalt vorhanden, zuletzt die Nickel-Reaction. | Wenn die mit Borax behandelte Kugel weiter mit Phosphorsalz behandelt wird, so erhält man die Nickel-Reaction und bisweilen eine schwache Kupfer-Reaction. | — | Giebt ein Sublimat von metallischem Arsen bei Behandlung auf die Seite 87 beschriebene Weise. |

Nickel und Kobalt.

| Mineral. | Formel. | Verhalten (1) im Glaskolben. | Verhalten (2) in der offenen Glasröhre. | Verhalten (3) auf der Kohle. |
|---|---|---|---|---|
| Speiskobalt. (Smaltin) | Co As | Entwickelt in der Regel bei starkem Erhitzen metallisches Arsen. | Giebt ein krystallinisches Sublimat von arseniger Säure, auch etwas schweflige Säure. | Giebt Arsendämpfe und schmilzt zu einer dunkelgrauen magnetischen sehr spröden Kugel, färbt die Flamme blau. |
| Glanzkobalt. | $CoS_2+CoAs$. | -- | Wie Speiskobalt giebt aber mehr schweflige Säure. | Giebt Schwefel und Arsen aus und schmilzt zu einer magnetischen Kugel. Färbt die Flamme blau. |
| Nickel(arsen)-glanz.... | $NiS_2+NiAs$ | Decrepitirt und giebt ein orangefarbenes Sublimat von Schwefelarsen. | Wie Glanzkobalt. | Wie Glanzkobalt. |
| Nickelantimonglanz. (Ulmannit) | $NiS_2+Ni$ (Sb As). | Giebt ein schwaches weisses Sublimat von $SbO_3$ und mehr oder weniger Schwefelarsen. | Giebt dicke Dämpfe von $SbO_3$ mit arseniger Säure und $SO_2$. | Wie Glanzkobalt, giebt aber zugleich dicken Rauch von Antimonoxyd. |

ortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) ı der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| — | Wie Kupfernickel, aber da das Kobalt in grossem Ueberschusse vorhanden ist, so vergeht einige Zeit, bis dessen Oxydation vollständig erfolgt und sich die Nickel-Reaction zeigt. | Giebt die Kobalt-Reaction und nach Entfernung des Kobalts die Nickel-Reaction. | — | Wie Kupfernickel. |
| — | Giebt die Kobalt- und eine schwache Eisen-Reaction, wenn es wie die vorigen Mineralien behandelt wird. | Wie in Borax. | Giebt auf Silber die Schwefel-Reaction. | Wie Speiskobalt. |
| — | Wie Kupfernickel. | Giebt die Nickel-Reaction, bisweilen etwas durch Kobalt getrübt. | Wie Glanzkobalt. | Wie Kupfernickel. |
| — | Wie Kupfernickel. | Wie Nickelarsenglanz. | Wie Nickelarsenglanz. | Im Allgemeinen wie Kupfernickel, aber es ist nicht immer Arsen vorhanden. |

## Nickel und Kobalt.

| Mineral. | Formel. | Verhalten (1) im Glaskolben. | Verhalten (2) in der offenen Glasröhre. | Verhalten (3) auf der Kohle. |
|---|---|---|---|---|
| Kobalt-(nickel)-kies | $(\overset{\prime}{Co}\overset{\prime}{Ni}\overset{\prime}{Fe})$ $(\overset{\prime\prime\prime}{Co}\overset{\prime\prime\prime}{Ni}\overset{\prime\prime\prime}{Fe})$. | Giebt in starker Hitze Schwefel aus und wird braun. | Giebt viel $SO_2$ aus und ein wenig $AsO_3$. | Kleine Stücken schmelzen in der Reductionsflamme unter Entwickelung von Schwefel zu einer magnetischen Kugel, welche auf dem Bruche bronzefarben ist. |
| Nickel-smaragd | $\dot{Ni}^3\ddot{C}+6\dot{H}$. | Giebt viel Wasser aus und wird schwarz. | — | — |

Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| — | Giebt auf Kohle in der Oxydationsflamme ein violettes Glas. In der Reductionsflamme wird Nickel reducirt und kann in einem Goldkügelchen gesammelt werden, wie Seite 78 angegeben. Nachdem das Nickel entfernt ist, zeigt das Glas schwache Eisen-Reaction, so lange es heiss. | Wie in Borax, aber die Reduction des Nickels ist schwieriger. | Wie Glanzkobalt. | Wie Kupfernickel, nur dass die Menge der arsenigen Säure gewöhnlich sehr gering ist. |
| — | Löst sich unter Aufbrausen und giebt die Nickel-Reaction. | Wie in Borax. | Bildet eine schlackige Masse. | Löst sich in erwärmter Salzsäure unter starkem Aufbrausen. |

**Nickel und Kobalt.**

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Kobaltblüthe | $\dot{Co}^3 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As} + 8\dot{H}$. | Giebt Wasser aus. | — | Entwickelt arsenikalische Dämpfe und schmilzt in der Reductionsflamme zu einer dunkelgrauen Kugel von Arsenkobalt. |
| Erdkobalt . . | $\dot{Mn}$, $\dot{Co}$, $\dot{Cu}$ $\dot{Fe}\dot{H}$ u s. w. | Giebt Wasser aus. | — | Entwickelt schwachen Arsengeruch schmilzt aber nicht. |

Von den obigen Mineralien enthält der Kupfernickel häufig kleine Mengen von Antimon, Eisen, Blei und Schwefel. Bisweilen auch eine Spur Kobalt. Kleine Quantitäten Kupfer finden sich dann und wann in mehreren der aufgeführten Mineralien.

Ausser den genannten giebt es noch einige andere Arsenide und Sulfide von Kobalt und Nickel, aber sie sind zu selten, um hier specielle Berücksichtigung zu verdienen. Nickelocher ist

Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| Schmilzt in der Spitze der blauen Flamme und färbt die äussere Flamme blau (As) | Giebt die Kobalt-Reaction. | Wie in Borax. | — | Giebt Arsen, wenn sie behandelt wird wie Seite 87 beschrieben. |
| Färbt die Flamme blau. | Giebt in der Oxydationsflamme die Kobalt-Reaction, welche die Reaction des Kupferoxyds, Manganoxyds etc. trübt. In der Reductionsflamme wird bisweilen die Kupfer-Reaction erhalten. | Wie in Borax. Wenn eine gesättigte Perle auf der Kohle einige Secunden lang mit Zinn behandelt wird, so erhält man bisweilen die Kupfer-Reaction. | Bildet eine unschmelzbare Masse. | Giebt mit Soda und Salpeter auf Platinblech eine starke Mangan-Reaction. |

ein arsensaures Salz, das sowohl hinsichtlich der Zusammensetzung als auch des Löthrohr-Verhaltens mit der Kobaltblüthe correspondirt, nur dass natürlich die Färbungen, welche es der Boraxperle und Phosphorsalzperle ertheilt, die des Nickels sind, gelegentlich etwas modificirt durch die Gegenwart einer kleinen Menge Kobalt.

## Zink.

(Verhalten auf der Kohle Seite 28, in Borax und Phosphorsalz Seite 56, mit Soda Seite 74, mit salpetersaurem Kobaltoxydul Seite 86.)

Der Beschlag von Zinkoxyd, welcher entsteht, wenn irgend ein Zink-Mineral auf der Kohle in der reducirenden Flamme mit

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Zinkblende . | $ZnS$. | Decrepitirt stark. | Entwickelt schweflige Säure und wird weiss, oder gelb wenn sie Eisen enthält. | Beschlägt in der Reductionsflamme die Kohle weiss mit Zinkoxyd, auch braun mit $\dot{Cd}$, wenn dies Metall vorkommt. |
| Rothzinkerz . | $\dot{Zn}$. | — | — | Giebt in der Reductionsflamme einen schwachen Zinkbeschlag. |
| Kieselzinkerz (Kieselgalmei) | $2\dot{Zn}^3 \dddot{Si} + 3\dot{H}$. | Giebt Wasser aus und wird weiss, undurchsichtig. | — | — |

Soda erhitzt wird, ist das sicherste Anzeichen des Vorhandenseins von Zink. Das Oxyd ist in der Hitze gelb und beim Erkalten weiss und nimmt eine schön grüne Farbe an, wenn man es mit salpetersaurem Kobaltoxydul befeuchtet stark erhitzt.

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| — | Das geröstete Mineral giebt die Zink-Reaction und zuweilen eine schwache Eisen-Reaction. | Wie in Borax. | Wie auf Kohle allein. Färbt ausserdem die Flamme blau. Das geschmolzene Alkali giebt auf Silber die Schwefel-Reaction. | — |
| V. | Giebt gewöhnlich schwache Mangan- und Eisen-Reaction neben der Zink-Reaction. | Wie in Borax. | Giebt auf der Kohle starken Zinkbeschlag. | Giebt mit Salpeter und Soda auf Platinblech Mangan-Reaction. |
| V. | Löst sich zu einem klaren Glase, das durch Flattern nicht undurchsichtig wird. | Löst sich zu einem klaren Glase, das beim Erkalten undurchsichtig wird. Kieselsäure bleibt ungelöst. | Mit Soda allein unschmelzbar. Mit zwei Thln. Soda u. einem Thl. Borax schmilzt es zu einem Glase und giebt es den Zinkbeschlag. | — |

Zink

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Zinkspath (Galmei) | $\dot{Z}n\ddot{C}$. | Giebt Kohlensäure aus und wird undurchsichtig. | — | Wie Rothzinkerz. Giebt bisweilen auch Cadmium- und Blei-Beschlag. |

Kieselzinkerz (Kieselgalmei) enthält bisweilen, aber selten Blei, auch kleine Mengen von Eisen und Kohlensäure. Zinkspath (Galmei) enthält stets mehr oder weniger Eisen und Mangan, bisweilen in beträchtlicher Menge. Wenn viel Eisen vorkommt, wie im Galmei von Altenberg, so wird das Mineral beim Erhitzen im Glaskolben dunkel und magnetisch. Magnesia, Kalk und Kieselsäure finden sich ebenfalls häufig in diesem Minerale.

Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle | (7) mit Soda. | |
| V. | Giebt die Zink-Reaction, häufig auch Eisen- und Mangan-Reaction. | Wie in Borax. | Giebt starken Zinkbeschlag, bisweilen auch Blei- und Kadmiumbeschlag. | Löst sich in kalter Salzsäure unter starkem Aufbrausen. |

Willemit ist ein wasserfreies Zinksilicat und gleicht dem Kieselgalmei hinsichtlich des Löthrohr-Verhaltens, nur dass er kein Wasser im Kolben ausgiebt.

Franklinit besteht aus den Oxyden von Zink, Eisen und Mangan und ist bei Eisen beschrieben. Ueber Zink-Spinell (Automolit) siehe Thonerde Seite 134.

## Cadmium.

(Verhalten auf der Kohle Seite 27, in Borax und Phosphorsalz Seite 56, mit Soda Seite 74.)

Das wichtigste Verhalten des Cadmiums ist, dass es beim Erhitzen auf der Kohle für sich, wenn es metallisch ist, oder mit Soda, wenn es mit anderen Körpern verbunden ist, die Kohle mit seinem charakteristischen rothbraunen Oxyde beschlägt. Nur ein einziges Cadmium-Mineral ist bis jetzt gekannt, nämlich Greenockit (Cd S), das aber äusserst selten vorkommt. Das Mineral kann leicht durch sein Verhalten mit Soda auf der Kohle erkannt werden und unterscheidet sich von cadmiumhaltiger Zinkblende dadurch, dass es bei längerem Behandeln keinen Zinkbebeschlag auf der Kohle giebt.

# Wismuth.

(Verhalten auf der Kohle Seite 26, in Borax und Phosphorsalz Seite 58, mit Soda Seite 74.)

Der braungelbe Beschlag von Wismuthoxyd welchen dies Metall auf der Kohle giebt, ist sehr charakteristisch, wenn nicht zu kleine Mengen davon vorhanden sind oder wenn nicht zugleich viel Blei vorkommt. In diesen Fällen muss man das Seite 95 beschriebene Verfahren zur Entdeckung einschlagen, das sehr sichere Resultate giebt und das nur ein kleines Stückchen des Metalles oder der Legirung erfordert. Liegt ein Wismuth-Mineral vor, so muss man zuerst durch Reduction mit Soda auf der Kohle eine Metallkugel darstellen und diese dann der Prüfung unterwerfen. — Die Sprödigkeit der so erhaltenen Kugel ist ein anderes, aber weniger sicheres Zeichen des Vorhandenseins von Wismuth; denn Antimon und Arsenide geben ebenfalls sehr spröde Kugeln. Die folgenden sind die wichtigsten Wismuth-Mineralien.

## Wismuth

| Mineral. | Formel. | Verhalten (1) im Glaskolben. | Verhalten (2) in der offenen Glasröhre. | Verhalten (3) auf der Kohle. |
|---|---|---|---|---|
| Gediegenes Wismuth . . | Bi | — | Schmilzt und verwandelt sich in gelbes Oxyd. | Schmilzt zu einer Kugel und beschlägt die Kohle mit Oxyd. |
| Wismuthglanz (Wismuthin.) | $\overset{\prime\prime\prime}{\text{B}}$. | — | Schmilzt unter Aufbrausen und giebt Schwefel und schweflige Säure aus. | Schmilzt unter starkem Spritzen, giebt in der Reductionsflamme eine Metallkugel und beschlägt die Kohle mit Oxyd. |
| Kieselwismuth (Wismuthblende.) | $\ddot{\text{B}}\text{i}^2\,\dddot{\text{S}}\text{i}^2$. | Wird gelb und schmilzt in starker Hitze. | — | Schmilzt unter Aufbrausen zu einer braunen Kugel und giebt den Wismuth-Beschlag. |

Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| — | Das entstandene Oxyd giebt auf der Kohle die Wismuth-Reaction. | Wie in Borax. | — | — |
| — | Das erhaltene Oxyd giebt auf Kohle die Wismuth-Reaction. | Wie in Borax. | Wie auf der Kohle für sich. Das geschmolzene Alkali giebt auf Silber die Schwefel-Reaction. | — |
| I. Schmilzt leicht zu einer gelben Perle, welche die äussere Flamme grün färbt, besonders nach dem Befeuchten mit Salzsäure. Die Färbung rührt von Phosphorsäure her. | Giebt die Wismuth- und Eisen-Reaction. | Wie in Borax, lässt aber ein Kieselskelett. | Schmilzt zu einer gelben Masse. Das Wismuth wird dann zu Metall reducirt und theilweise verflüchtigt, die Kohle umher beschlagend. | — |

W i s m u t h.

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Tetradymit (Tellurwismuth). | Bi, Te, S. | Decrepitirt bisweilen, schmilzt dann und giebt ein grauweisses Sublimat unmittelbar über der Probe. | Schmilzt und giebt weisse Dämpfe aus, von denen sich ein Theil in der Röhre unmittelbar über der Probe zu einem Sublimat verdichtet. Dies Sublimat schmilzt beim Erhitzen zu klaren Tropfen ($\ddot{T}e$). Das zurückbleibende Mineral ist von geschmolzenem Wismuthoxyd umgeben, das an der gelben Farbe zu erkennen ist. | Schmilzt zu einer Metallkugel, färbt die äussere Flamme blaugrün (Te und Se) und beschlägt die Kohle mit orangegelbem Wismuthoxyd. Ausserhalb des Wismuthbeschlages entsteht ein weisser Beschlag, der zum Theil aus $TeO_2$ besteht. |

Kieselwismuth enthält neben Wismuth, Kieselsäure, Phosphorsäure und Eisen auch Manganoxyd, etwas Wasser und Fluor,

Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| — | Das auf der Kohle erhaltene gelbe Oxyd giebt die Wismuth-Reaction und der weisse Beschlag die Wismuth- und Tellur-Reaction | Wie in Borax. | Giebt in der Reductionsflamme eine Kugel von metallischem Wismuth. Ein Theil des Metalls und ein Theil Tellur verflüchtigen sich und beschlagen die Kohle. | Die geschmolzene alkalische Masse (7) giebt die Schwefel-Reaction auf Silber. Giebt auch die Tellur-Reaction mit Kohle und Soda (Seite 87). |

die alle auf gewöhnliche Weise erkannt werden können. Tetradymit enthält häufig Selen und Silber.

# Blei.

(Verhalten auf der Kohle siehe Seite 27, in Borax und Phosphorsalz Seite 57, mit Soda Seite 74.)

Das wichtigste Löthrohr-Verhalten, wodurch die Mineralien dieses Metalls sich erkennen lassen, ist, dass sie beim Schmelzen

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Bleiglanz . . | PbS. | Decrepitirt gewöhnlich und giebt eine kleine Menge Schwefel aus | Giebt schweflige Säure aus und bei starkem Erhitzen ein weisses Sublimat von schwefelsaurem Bleioxyd. | Schmilzt und wird zu einer Bleikugel reducirt und giebt den gelben Bleibeschlag. Färbt die äussere Flamme blau. |
| Selenblei . . (Clausthalit.) | PbSe. | Decrepitirt schwach | Giebt ein Sublimat von Selen, das in der dickeren Schicht grau, in der dünneren roth ist (Seite 23). | Giebt Dämpfe, welche stark nach Selen riechen und die Flamme blau färben. In der Reductionsflamme schmilzt es theilweis und beschlägt die Kohle mit Selen und Bleioxyd. Nach einiger Zeit bleibt eine schwarze unschmelzbare Masse zurück. |

in der Reductionsflamme auf Kohle, einige für sich, andere mit Soda, eine Kugel von metallischem Blei geben (mehr oder weniger hämmerbar nach dessen Reinheit) und einen Beschlag von Bleioxyd, der in der Hitze dunkelgelb ist, beim Erkalten blässer wird. Ausserdem ertheilen sie der äusseren Flamme eine blaue Färbung, wenn man sie in der blauen oxydirenden Flamme behandelt.

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| — | Das auf der Kohle entstandene Oxyd giebt die Blei-Reaction. | Wie in Borax. | Wie auf der Kohle für sich. Das geschmolzene Alkali giebt auf Silber die Schwefel-Reaction. | — |
| — | Der auf der Kohle erhaltene unschmelzbare Rückstand giebt die Eisen- und bisweilen die Kupfer- und Kobalt-Reaction. | Wie in Borax. | Giebt mit Soda oder Kleesalz eine Metallkugel; das geschmolzene Alkali in einen Wassertropfen auf Silber gelegt macht einen Flecken ähnlich wie Schwefel es thut (Seite 80). | — |

Blei.

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Jamesonit . . | $\acute{P}b^3 \acute{\acute{\acute{S}}}b^2$. | Schmilzt und giebt etwas Schwefel und Schwefelantimon aus, welche sich im Halse des Kolbens verdichten. | Schmilzt und giebt starken weissen Rauch von Antimonoxyd, der blaues Lackmuspapier röthet. | Schmilzt sehr leicht, entwickelt viel Antimonoxyd und Bleioxyd, welche die Kohle umher beschlagen. Wenn der Rauch aufhört, bleibt eine kleine Bleikugel zurück. |
| Mennige . . . | $Pb_4 O_5$. | — | — | Wird erst in Bleioxyd (Glätte) verwandelt, dann zu Blei reducirt, das den gewöhnlichen Beschlag giebt. |
| Mendipit . . | $PbCl + 2 PbO$ | Decrepitirt schwach und wird gelb. | — | Schmilzt leicht und wird zu Blei reducirt unter Entwickelung saurer Dämpfe. Giebt einen weissen Beschlag von Chlorblei, und einen gelben von Bleioxyd. |

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phorphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| — | Der auf der Kohle entstandene gelbe Beschlag giebt die Blei-Reaction, der weisse Beschlag die Antimon-Reaction. | Wie in Borax. | Wie auf der Kohle für sich. Das geschmolzene Alkali giebt auf Silber die Schwefel-Reaction | — |
| Färbt die äussere Flamme blau. | Giebt die Blei-Reaction. | Wie in Borax. | Wie auf der Kohle für sich. | — |
| Wie das vorige Mineral. | Wie das vorige Mineral. | Wie in Borax. | Wie auf der Kohle für sich. | Giebt mit Phosphorsalz und Kupferoxyd die Chlor-Reaction. |

Blei.

| Mineral. | Formel. | Verhalten (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
|---|---|---|---|---|
| Weissbleierz (Cerusit.) | $\dot{Pb}\ddot{C}$. | Decrepitirt, giebt Kohlensäure aus, wird gelb und schmilzt. | — | Wird zu metallischem Blei reducirt, das die Kohle gelb beschlägt. |
| Bleivitriol . | $\dot{Pb}\dddot{S}$ | Decrepitirt und giebt eine kleine Menge Wasser aus. | — | Schmilzt in der Oxydationsflamme zu einer klaren Perle, welche beim Erkalten undurchsichtig wird. In der Reductionsflamme wird er unter starkem Aufbrausen zu metallischem Blei reducirt, das die Kohle mit $\dot{Pb}$ beschlägt. |

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| Wie das vorige Mineral. | Giebt die Blei-Reaction. | Wie in Borax. | Wie auf der Kohle für sich. | Löst sich in Salpetersäure unter starkem Aufbrausen. |
| Wie das vorige Mineral. | Giebt die Blei-Reaction und zuweilen eine schwache Eisen- und Mangan-Reaction. | Wie in Borax. | Wird zu einer Bleikugel reducirt. Die geschmolzene alkalische Masse giebt auf Silber die Schwefel-Reaction. | — |

Blei.

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Pyromorphit (Buntbleierz zum Theil) | $PbCl + 3\dot{P}b^{3}\ddot{P}$. | Decrepitirt und giebt bei anhaltendem starken Erhitzen ein schwaches weisses Sublimat von Chlorblei. | — | Schmilzt in der Oxydationsflamme zu einer Perle, welche beim Erkalten eine krystallinische Oberfläche erhält, und giebt einen dünnen Anflug von Chlorblei auf der Kohle. In der Reductionsflamme schmilzt es, ohne reducirt zu werden, und beim Erkalten nimmt die Perle eine vieleckige Gestalt an. Beschlägt die Kohle schwach mit Bleioxyd. |

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| Schmilzt und färbt die Flamme blau. | — | — | Wird zu metallischem Blei reducirt und beschlägt die Kohle gelb mit Bleioxyd. | Giebt mit Phosphorsalz und Kupferoxyd die Chlor-Reaction (siehe S. 84). Auch die Phosphorsäure-Reaction (siehe S. 89). |

**Blei.**

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Mimetesit . . (Buntbleierz zum Theil) | $PbCl + 3\dot{Pb}^3\dddot{As}$. | Wie das vorige Mineral. | — | Schmilzt, aber weniger leicht als das vorige Mineral, giebt arsenige Säure aus und beschlägt die Kohle mit Chlorblei. Schliesslich wird er zu einer Bleikugel reducirt und giebt den gelben Bleibeschlag. |
| Vanadbleierz (Vanadinit). | $PbCl + 3\dot{Pb}^3\ddot{V}$? | Wie Pyromorphit. | — | Das gepulverte Mineral schmilzt zu einer schwarzen glänzenden Masse, welche in der Reductionsflamme eine Metallkugel giebt. Beschlägt die Kohle erst mit einem weissen Anfluge von Pb Cl, dann gelb von $\dot{Pb}O$. |

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| Wie das vorige Mineral. | Das auf der Kohle entstandene Oxyd giebt die Blei-Reactionen. | Wie in Borax. | Wie das vorige Mineral. | Giebt die Chlor-Reaction (siehe S. 84). |
| Wie Pyromorphit. | Löst sich leicht zu einem klaren Glase, das in der Oxydationsflamme, in der Hitze gelb ist, beim Erkalten farblos wird. In der Reductionsflamme wird es undurchsichtig und beim Erkalten grün (siehe S. 67). | Giebt in der Oxydationsflamme eine Perle, welche in der Hitze gelb ist, beim Erkalten blässer wird. In der Reductionsflamme ist die Perle in der Hitze braun, nach dem Erkalten smaragdgrün (siehe S. 67). | Schmilzt auf Platindraht zu einer gelben Kugel, die beim Erkalten krystallinisch wird. Auf der Kohle giebt es eine Bleikugel. | Giebt mit Phosphorsalz und Kupferoxyd die Chlor-Reaction. Wird es im Platinlöffel mit dem drei- bis vierfachen Volumen sauren schwefelsauren Kalis geschmolzen, so entsteht eine Masse, die beim Erkalten orangefarben wird. |

## Blei.

| Mineral. | Formel. | Verhalten (1) im Glaskolben. | Verhalten (2) in der offenen Glasröhre. | Verhalten (3) auf der Kohle. |
|---|---|---|---|---|
| Rothbleierz . (Crocoisit) | $\dot{Pb}\dddot{Cr}$. | Decrepitirt heftig und wird dunkel. | — | Schmilzt und verpufft und giebt Chromoxyd und metallisches Blei, das die Kohle gelb beschlägt. |
| Gelbbleierz . (Molybdänbleierz) | $\dot{Pb}\dddot{Mo}$. | Wie das vorige Mineral. | — | Schmilzt und geht theilweis in die Kohle, eine Kugel von metallischem Blei zurücklassend, welche die Kohle gelb beschlägt. |

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| Wie Pyromorphit. | Löst sich leicht auf; das Glas ist in der Hitze gelb, nach dem Erkalten grün (siehe Chrom S. 68). | Wie in Borax (siehe die Chrom-Reaction S. 68). | Giebt auf Platinblech eine dunkelgelbe Masse, welche beim Erkalten blässer wird. Auf der Kohle giebt es eine Bleikugel. | Auf oben angegebene Weise mit saurem schwefelsauren Kali behandelt, giebt es eine violette Masse, welche beim Erstarren röthlich und beim Erkalten blassgrau wird. |
| Wie Pyromorphit. | Löst sich leicht auf und giebt die Molybdän-Reaction. | Wie in Borax. | Giebt metallisches Blei. | Giebt, wenn es, wie oben beschrieben, mit saurem schwefelsauren Kali geschmolzen wird, eine gelbe Masse, die sich beim Abkühlen entfärbt. Wird diese in Wasser gelöst und ein Stück Zink in die Lösung gebracht, so färbt sich diese blau. |

**Blei**

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Wolframbleierz . . . . . (Scheelit) | $\dot{Pb}\dddot{W}o.$ | Decrepitirt mehr oder weniger stark. | — | Schmilzt zu einer Kugel, indem es die Kohle mit gelbem PbO beschlägt. Beim Erkalten wird die Kugel krystallinisch und dunkel metallglänzend an der Oberfläche. |

Alle Blei-Mineralien enthalten mehr oder weniger Silber, was durch sorgfältige Cupellation des aus den Mineralien abgeschiedenen Bleiregulus nachgewiesen werden kann. Der Gehalt an Silber ist sehr verschieden, häufig nur zu entdecken, wenn eine beträchtliche Quantität des Minerals darauf untersucht wird, bisweilen beträchtlich, besonders in Bleiglanz, Zundererz und einigen antimonhaltigen Erzen. — Das Selenblei enthält bisweilen kleine Mengen von Kupfer und Kobalt. — Pyromorphit und Mimetesit sind Buntbleierze (Grün- und Braun-Bleierze), der erstere nur Phosphorsäure, der andere nur Arsensäure enthaltend. Aber meistens vertreten in den Buntbleierzen Phosphorsäure und Arsensäure einander in verschiedenen Verhältnissen (Hediphan) und sie geben dann gemischte Reactionen des Polymorphits und Mimetesits. Phosphorsaurer Kalk, Fluor und Eisen kommen ebenfalls häufig in diesen Mineralien vor, der erstere bis zu 11 Procent.

Ausser den angeführten Mineralien sind noch manche an-

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle | (7) mit Soda. | |
| Wie Pyromorphit. | Löst sich zu einem klaren farblosen Glase, das in der Reductionsflamme gelb und beim Erkalten grau und undurchsichtig wird. | Löst sich zu einem klaren farblosen Glase, das in der Reductionsflamme eine schwärzlich blaue Farbe erhält. Nach einiger Zeit wird es undurchsichtig. | Wie das vorige Mineral. | Giebt mit Soda und Salpeter die Mangan-Reaction. |

dere bemerkenswerth. Z. B. Blättererz, das leicht an seinen charakteristischen Tellur-Reactionen zu erkennen ist und das gegen 9 Procent Gold und kleine Mengen Kupfer und Silber enthält (s. Gold). — Zinkenit, Heteromorphit, Boulangerit, Plagionit und Geokronit, welche im Wesentlichen Verbindungen von Schwefelblei mit Schwefelantimon sind, aber meistens kleine Mengen von Kupfer und Eisen enthalten, der Geokronit auch Arsen. — Hornblei (Bleihornerz, $PbCl + \dot{Pb}\ddot{C}$), das sich vor dem Löthrohre wie Mendipit verhält, aber von diesem sich dadurch unterscheidet, dass es mit Salpetersäure aufbraust. — Linneit ($\dot{Pb}\dddot{S} + \dot{Cu}\dot{H}$), welches dem Bleivitriol in seinem Löthrohr-Verhalten gleicht, aber beim Schmelzen mit Borsäure auf der Kohle eine kleine Kupferkugel giebt. — Leadhillit ($\dot{Pb}\dddot{S} + 3\dot{Pb}\ddot{C}$) und Lanarkit ($\dot{Pb}\dddot{S} + \dot{Pb}\ddot{C}$), welche das gemischte Verhalten von Bleivitriol und Weissbleierz zeigen.

Ueber Bournonit siehe Kupfer.

# Kupfer.

(Verhalten des Oxyds auf Platindraht siehe S. 37, des Chlorids und Bromids S. 84, in Borax und Phosphorsalz S. 60, mit Soda S. 74.)

Die am meisten charakteristische Reaction, welche Kupfer und die Kupfer-Mineralien vor dem Löthrohre geben, ist die, welche sie beim Schmelzen mit Borax und Phosphorsalz zeigen. Dadurch lässt sich das Kupfer leicht, selbst beim Vorhandensein

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Gediegen Kupfer . . . . | Cu. | — | — | Schmilzt zu einem glänzenden Metallkorne, das beim Erkalten einen Ueberzug von schwarzem Oxyd erhält. |
| Kupferglanz. (Kupferglaserz) | $Cu_2S$. | — | Entwickelt $SO_2$ und verwandelt sich in $CuO$, wenn es gepulvert anhaltend schwach erhitzt wird. | Schmilzt zu einer Kugel, welche stark spritzt, und entwickelt schweflige Säure. Gepulvert verwandelt es sich beim Rösten in $CuO$. |

aller anderen Metalle, entdecken. Die Färbungen, welche Kupferoxyd und Kupferchlorid der Löthrohrflamme ertheilen, sind ebenfalls sehr charakteristisch, besonders das letztere, und die Prüfung auf Chlor, welche Seite 84 beschrieben ist, kann natürlich umgekehrt auch zur Prüfung auf Kupfer und Kupferverbindungen benutzt werden. Die Zahl der Kupfer-Mineralien ist sehr gross, und da viele derselben sich vor dem Löthrohre ganz gleich verhalten, so ist die Kenntniss ihrer physikalischen Eigenschaften unerlässlich zur Bestimmung solcher Species. Die folgenden sind die wichtigsten Kupfer-Mineralien:

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| Schmilzt und färbt die äussere Flamme blau. | Löst sich in der Oxydationsflamme und giebt dann die Kupfer-Reactionen. | Wie in Borax. | — | — |
| — | Das geröstete Mineral giebt die Kupfer-Reaction und bisweilen schwache Eisen-Reaction. | Wie in Borax. | In der Reductionsflamme wird es zersetzt, es giebt Schwefelnatrium und metallisches Kupfer. Das erstere giebt auf Silber die Schwefel-Reaction. | — |

**Kupfer.**

| Mineral. | Formel. | Verhalten (1) im Glaskolben. | Verhalten (2) in der offenen Glasröhre. | Verhalten (3) auf der Kohle. |
|---|---|---|---|---|
| Kupferkies | $\acute{\not{C}}u\,\overset{'''}{\not{F}}e$. | Decrepitirt, giebt bisweilen ein Sublimat von Schwefel und wird an der Oberfläche bronzefarben. | Entwickelt $SO_2$ und wird schliesslich in ein dunkles Gemenge von $Fe_2O_3$ und $CuO$ verwandelt. | Schmilzt leicht unter Aufwallen und ist nach dem Erkalten magnetisch. |
| Fahlerz . | $(\acute{\not{C}}u\,\acute{A}g\,\acute{F}e\,\acute{Z}n)^4$ $(\overset{'''}{S}b\,\overset{'''}{A}s)$. | Decrepitirt bisweilen, schmilzt und giebt in starker Hitze ein rothes Sublimat von $\overset{'''}{Sb}$ und $\overset{\cdots}{Sb}$, bisweilen auch ein schwarzes Sublimat von $\acute{Hg}$ und dann und wann $\overset{'''}{As}$. | Schmilzt und giebt einen dicken Rauch von $SbO_3$ und $SO_2$, meistens auch $AsO_3$; es bleibt ein schwarzer unschmelzbarer Rückstand. Wenn Hg vorhanden ist, wird es sublimirt und in der Röhre zu kleinen Tropfen verdichtet. | Schmilzt zu einer Kugel, welche stark raucht und die Kohle mit $SbO_3$ beschlägt, zuweilen auch mit $ZnO$, das nicht weggeblasen werden kann. Verbreitet starken Arsengeruch. |

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| — | Wie Kupferglanz, wenn aber das Kupfer durch Reduction auf der Kohle entfernt ist, zeigt die Perle starke Eisen-Reaction. | Wie Kupferglanz, aber die Farbe der Perle ist in der Oxydationsflamme grün in Folge des Vorhandenseins von Eisen. | Giebt ein Korn von metallischem Kupfer und es bleibt auf der Kohle etwas magnetisches Eisenoxyd. Das geschmolzene Alkali giebt auf Silber die Schwefel-Reaction. | — |
| — | Der auf der Kohle erhaltene Rückstand giebt nach vollständigem Rösten die Kupfer-Reaction, und nachdem das Kupfer durch Reduction auf der Kohle entfernt ist, die Eisen-Reaction. | Wie das vorige Mineral. | Giebt mit Soda und etwas Borax ein Kupferkorn, die alkalische Masse giebt auf Silber die Schwefel-Reaction. | Wenn das durch Schmelzen mit Soda erhaltene Kupferkorn mit Blei abgetrieben wird, so erhält man ein Silberkorn. Oder wenn es in Salpetersäure gelöst wird, entsteht auf Zusatz von einem Tropfen HCl ein weisser Niederschlag von AgCl, der gesammelt und mit Soda auf der Kohle reducirt werden kann. |

## Kupfer.

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Tennantit . . | $(\acute{Cu}\acute{Fe})^4 \overset{\prime\prime\prime}{As}$. | Decrepitirt bisweilen und giebt ein rothes Sublimat von $\overset{\prime\prime\prime}{As}$. | Entwickelt $SO_2$ und $AsO_3$, welche sich verdichtet und ein weisses Sublimat bildet. | Schmilzt zu einer magnetischen Kugel, indem es arsenikalische und schweflige Dämpfe ausgiebt. |
| Bournonit . . | $(\acute{Pb}^2 \acute{Cu}) \overset{\prime\prime\prime}{Sb}$. | Decrepitirt, giebt Schwefel aus und bei starkem Erhitzen $\overset{\prime\prime\prime}{Sb}$ und $\dddot{Sb}$. | Entwickelt dicken weissen Rauch von $\dddot{Sb}\dddot{Sb}$ und $\dot{Pb}\dddot{Sb}$, auch schweflige Säure. | Schmilzt leicht und beschlägt die Kohle mit $\dddot{Sb}$ und $\dot{Pb}$, eine dunkle Kugel zurücklassend. |
| Rothkupfererz | $Cu_2O$. | — | Wird in schwarzes $CuO$ verwandelt. | Wird in der Reductionsflamme zu einem Kupferkorne reducirt. |

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| — | Wie Fahlerz. | Wie Fahlerz. | Giebt ein Kupferkorn und metallisches Eisen als dunkelgraues Pulver. Das geschmolzene Alkali giebt die Schwefel-Reaction. | — |
| — | Wenn die auf der Kohle erhaltene Kugel auf dieser Unterlage mit Borax in der Reductionsflamme geschmolzen wird, so zeigt sich schwache Eisen-Reaction und nach einiger Zeit Kupfer-Reaction. | Wie mit Borax. | Giebt ein Korn von metallischem Kupfer und Blei und beschlägt die Kohle mit $\dddot{S}b$ und $\dot{P}b$. Die alkalische Masse giebt auf Silber die Schwefel-Reaction. | — |
| Schmilzt und färbt die Flamme smaragdgrün, wenn es vorher mit HCl befeuchtet wurde, blau. | Giebt die Kupfer-Reaction. | Wie mit Borax. | Wird zu einem Kupferkorn reducirt. | — |

Kupfer.

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Atacamit . . | $Cu Cl + 3 \dot{C}u + 6 \dot{H}$. | Giebt viel sauer reagirendes Wasser aus und giebt ein hellgraues Sublimat von Cu Cl. | — | Schmilzt, färbt die Flamme blau, giebt einen braunen und hellgrauen Beschlag auf der Kohle und wird zu Kupfer reducirt, eine kleine Menge Schlacke zurücklassend. |
| Dioptas . . . | $\dot{C}u^3 \dddot{S}i^2 + 3 \dot{H}$. | Giebt Wasser aus und wird schwarz. | — | Wird in der Oxydationsflamme schwarz, in der Reductionsflamme roth. |

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| Schmilzt und färbt die Flamme intensiv blau, nach der Spitze zu grün. | Giebt die Kupfer-Reaction. | Wie mit Borax. | Wird reducirt, giebt ein Kupferkorn. | — |
| V. Färbt die äussere Flamme intensiv grün. | Giebt die Kupfer-Reactionen. | Wie mit Borax. Die Kieselsäure bleibt ungelöst. | Schmilzt mit einer kleinen Menge Soda zu einer Perle, welche beim Erkalten undurchsichtig ist und einen rothen Bruch hat. Mit mehr Alkali entsteht eine Schlacke, worin sich kleine Körner von reducirtem Kupfer finden. | — |

**Kupfer.**

| Mineral. | Formel. | Verhalten (1) im Glaskolben. | Verhalten (2) in der offenen Glasröhre. | Verhalten (3) auf der Kohle. |
|---|---|---|---|---|
| Malachit. . . | $\dot{C}u^2\ddot{C} + \dot{H}$. | Giebt Wasser aus und wird schwarz. | — | Schmilzt zu einer Kugel, und wird bei stärkerem Erhitzen zu metallischem Kupfer reducirt. |
| Kupfervitriol | $\dot{C}u\dddot{S} + 5\dot{H}$. | Schäumt, giebt Wasser aus und wird weiss. | Giebt in starker Hitze $SO_2$ aus und wird zu CuO. | Wie im Glaskolben. Dann schmilzt es, die äussere Flamme grün färbend, und wird zu metallischem Kupfer und $\acute{C}u$ reducirt. |
| Libethenit. . | $\dot{C}u^4\dddot{\dot{P}} + 2\dot{H}$. | Giebt Wasser aus und wird schwarz. | — | Wird bei allmäligem Erhitzen schwarz und schmilzt zu einer Kugel, welche einen Kern von metallischem Kupfer hat. |

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| Schmilzt und färbt die äussere Flamme schön grün. | Giebt die Kupfer-Reaction. | Wie in Borax. | Giebt metallisches Kupfer. | Löst sich in H Cl unter starkem Aufbrausen. |
| Schmilzt und färbt die äussere Flamme blau. | Das geröstete Mineral giebt die Kupfer-Reaction. | Wie in Borax. | Giebt metallisches Kupfer. Die alkalische Masse giebt auf Silber die Schwefel-Reaction. | Giebt die Schwefelsäure-Reaction (s. Seite 80). |
| Schmilzt, färbt aber die Flamme nicht deutlich. Wird beim Erkalten schwarz und krystallinisch. | Giebt die Kupfer-Reaction. | Wie in Borax. | Giebt mit viel Alkali metallisches Kupfer. Werden kleine Mengen des Alkalis nach und nach zugegeben, so schmilzt es zuerst, bläht sich dann auf, schmilzt in starker Flamme und geht dann in die Kohle, metallisches Kupfer zurücklassend. | Giebt die Phosphorsäure-Reaction (s. Seite 89). |

Kupfer.

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Olivenit . . . | $\dot{C}u^4 (\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}\ \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{A}s) + \dot{H}$. | Giebt Wasser aus. | — | Schmilzt mit Detonation und unter Entwicklung von arsenikalischen Dämpfen zu einem spröden Regulus, der aussen braun, auf dem Bruche weiss ist. |

Ausser den aufgezählten Mineralien sind noch die folgenden bemerkenswerth: Kupferindig ($\acute{C}u$); verhält sich wie Kupferglanz, giebt aber im Kolben eine beträchtliche Menge Schwefel aus. — Buntkupfererz ($\acute{C}u^3 \overset{\prime\prime\prime}{F}e$); gleicht im Verhalten dem Kupferkies, kann aber leicht von diesem durch seine eigenthümliche Bronzefarbe unterschieden werden. — Kieselmalachit (Kieselkupfer, $\dot{C}u^3 \dddot{S}i^2 + 6\dot{H}$); verhält sich wie Dioptas. — Kupferlasur ($2\dot{C}u\ddot{C} + \dot{C}u\dot{H}$); seine Reactionen sind die des Malachits. — Phosphorocalcit ($\dot{C}u^5 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P} + 5\dot{H}$) und einige andere Phosphorsäure-Salze, welche sich wie Libethenit verhal-

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| Schmilzt und färbt die äussere Flamme grün. Wird beim Erkalten krystallinisch. | Giebt die Kupfer-Reaction. | Wie in Borax. | Wird zu metallischem Kupfer reducirt. | Giebt die Arsen-Reactionen (siehe Seite 87). |

ten. — Endlich: Euchroit ($\dot{C}u^4\ddot{\ddot{A}}s + 7\dot{H}$), Kupferschaum ($\dot{C}u^5\ddot{\ddot{A}}s + 10\dot{H} + \dot{C}a\ddot{C}$), Kupferglimmer ($\dot{C}u^8\ddot{\ddot{A}}s + 12\dot{H}$) und Linsenerz ($2\dddot{A}l\dot{H}^3 + 8\dot{C}u^4\ddot{\ddot{A}}s + 8\dot{H}$), welche im Allgemeinen dem Olivenit in ihrem Verhalten gleichen, aber sich davon in den folgenden Eigenschaften unterscheiden: — Euchroit wird im Kolben gelblich grün und zerreiblich. — Kupferschaum und Kupferglimmer schmelzen vor dem Löthrohre zu einer krystallinischen Kugel und Linsenerz giebt im Kolben Wasser, decrepitirt aber nicht.

# Titan.

(Verhalten in Borax und Phosphorsalz Seite 63, mit Soda Seite 74, mit salpetersaurem Kobaltoxydul auf Kohle Seite 86.)

Die einzigen Titan-Mineralien von hinreichender Wichtigkeit, um hier einen Platz beanspruchen zu können, sind: Rutil, Anatas, Brookit und Titanit (Sphen). Von diesen sind die drei ersten trimorphe Formen von Titansäure, und enthalten eine kleine Menge (etwa 1 Proc.) Eisen oder Mangan. Sie werden dadurch leicht erkannt, dass sie das ganze Löthrohr-Verhalten der Titansäure zeigen, etwas modificirt durch die eben genannten Oxyde. Die am meisten charakteristische Reaction der Titansäure ist die Farbe, welche sie der Phosphorsalzperle in der Reductionsflamme ertheilt, und welche nur mit der durch Niobsäure in demselben Flussmittel hervorgebrachten Aehnlichkeit hat. Von dieser seltenen Säure unterscheidet sich die Titansäure hinreichend durch ihr Verhalten in Borax besonders in der Reductionsflamme.

Rutil, Anatas und Brookit ($\ddot{T}i$) sind wasserfrei, sie schmelzen nicht vor dem Löthrohre und färben die äussere Flamme nicht. Mit Soda und Salpeter geben sie häufig schwache Manganreaction und mit Soda allein schmelzen sie zu einer klaren Perle, welche beim Erkalten undurchsichtig wird. Von einander unterscheiden sie sich nur durch ihre physikalischen Eigenschaften.

Titanit (Sphen, $\dot{C}a\ddot{T}i^3 + \dot{C}a\dddot{S}i^2$) giebt beim Erhitzen im Kolben gewöhnlich eine Spur Wasser und die braunen Varietäten werden dabei weiss. Auf der Zange schmilzt er an den Ecken unter Aufblähen zu einem dunkeln Glase. In Borax löst er sich leicht zu einem klaren gelben Glase und in Phosphor-

salz, worin der Kalk und die Titansäure schwierig gelöst werden, bleibt die Kieselsäure ungelöst. Wird eine Titansäure enthaltende Phosphorsalzperle mit Zinn auf der Kohle behandelt, so nimmt sie die charakteristische violette Farbe an.

Titansäure kommt in beträchtlicher Menge im Ilmenit und Iserin vor, über welche bei Eisen nachzusehen (Seite 154).

# Z i n n.

(Verhalten auf der Kohle Seite 28, in Borax und Phosphorsalz Seite 58, mit Soda Seite 74, mit salpetersaurem Kobalt Seite 86.)

Wenn Zinn-Mineralien mit Soda oder besser mit Cyankalium in einer starken Reductionsflamme auf Kohle geschmolzen werden, so geben sie kleine Kügelchen von metallischem Zinn, die nach dem Erkalten hämmerbar sind, und die Kohle beschlägt mit weissem Zinnoxyd. Wird dieser Beschlag mit Kobaltsolution auf gewöhnliche Weise behandelt und stark erhitzt, so nimmt er eine blaugrüne Farbe an, die sehr charakteristisch für Zinnoxyd ist. Durch diese Reaction lassen sich Zinnstein und Zinnkies, die einzigen wichtigen Zinn-Mineralien, leicht erkennen. Die anderen Reactionen sind die folgenden:

Zinnkies, $(\acute{Fe}\,\acute{\overline{Cu}}\,\acute{Zn})\,(\overline{Fe}'''\,Sn'')$, giebt beim Erhitzen in der offenen Röhre schweflige Säure und Zinnoxyd, das sich dicht über der Probe ablagert. In der Reductionsflamme, auf der Kohle, schmilzt er zu einer Kugel, verwandelt sich aber in der Oxydationflamme in Zinnoxyd, das theilweis die Kohle beschlägt und durch Kobaltsolution erkannt werden kann. Wenn er nach dem Rösten in der Oxydationsflamme, mit Borax in der Reductionsflamme behandelt wird, so zeigt sich die Eisen-Reaction, beim Behandeln in der Oxydationsflamme wird aber die Perle blau vom Kupfer. Der Zinnkies enthält häufig eine kleine Menge Zink, da aber das Zinn die Reactionen dieses Metalles auf der Kohle theilt, so kann sein Vorhandensein nur auf nassem Wege dargethan werden.

Zinnstein ($\ddot{Sn}$) ist wasserfrei und unschmelzbar. Mit Borax und Phosphorsalz giebt er gewöhnlich schwache Eisen-Reaction und mit Soda und Salpeter werden häufig Anzeigen von Mangan erhalten.

## Molybdän.

(Verhalten auf Kohle Seite 28, auf der Zange und Platindraht Seite 36, in Borax und Phosphorsalz Seite 67, mit Soda Seite 74.)

Ausser dem bei Blei Seite 198 beschriebenen Gelbbleierze ist das einzige Molybdän-Mineral, was hinreichende Wichtigkeit besitzt, um hier Erwähnung zu verdienen, der Molybdänglanz (Wasserblei, $MoS_2$). Dies Mineral, welches in seinem Aeusseren grosse Aehnlichkeit mit Graphit zeigt, wird leicht durch das folgende Verhalten erkannt. Beim Erhitzen im Kolben giebt es bisweilen eine Spur Schwefel aus, wird bronzefarben an der Oberfläche, erleidet aber sonst keine Veränderung. In der offenen Röhre giebt es schweflige Säure und Molybdänsäure aus, von denen die erstere weggeht und an dem eigenthümlichen Geruche zu erkennen ist, die andere sich in dem oberen Theile der Röhre in kleinen weissen Krystallen ansetzt. Auf der Kohle schmilzt es nicht, in der Oxydationsflamme aber wird es langsam geröstet und beschlägt die Kohle charakteristisch mit Molybdänsäure, welche, wenn sie in eine flüssige Boraxperle oder Phosphorsalzperle gebracht wird, die Seite 67 beschriebenen Reactionen zeigt. In der Zange färbt es die Flamme grün, ist aber selbst in dem heissesten Theile der Flamme völlig unschmelzbar. Mit Soda geschmolzen giebt es Schwefelnatrium und Molybdänsäure, von denen das erstere auf Silber die Schwefel-Reaction hervorbringt. Die Molybdänsäure verflüchtigt sich theilweise und beschlägt die Kohle um die geschmolzene Masse herum.

## Wolfram.

(Verhalten in Borax und Phosphorsalz Seite 66, mit Soda Seite 74.)

Von den drei wichtigsten Wolfram-Mineralien: Wolfram, Wolframbleierz und Scheelit sind die ersten beiden schon bei Eisen und Blei Seite 154 und 200 beschrieben worden.

Der Scheelit (Tungsten, $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{a}\,\ddot{\mathrm{W}}\mathrm{o}$) wird leicht an dem folgenden Verhalten erkannt. Auf der Kohle oder auf der Zange schmilzt er an den Ecken zu einem durchscheinenden Glase, färbt aber die Flamme nicht. In Borax löst er sich leicht zu einem klaren Glase, das, wenn es eine beträchtliche Menge des Minerals enthält, beim Erkalten krystallinisch wird. In Phosphorsalz löst er sich ebenfalls zu einem klaren Glase, das nach dem Behandeln in der Reductionsflamme beim Erkalten blau wird, was das Vorhandensein von Wolframsäure darthut. Mit Soda giebt er eine aufgeschwollene, weisse, fast unschmelzbare Schlacke. Als unwesentliche Bestandtheile enthält der Scheelit häufig Eisen, Mangan und Fluor, von denen das erstere durch die Färbung erkannt werden kann, welche es der Boraxperle ertheilt, das zweite durch das charakteristische Verhalten beim Schmelzen mit Salpeter und Soda und das dritte durch die ätzende Wirkung auf die Glasröhre beim Schmelzen mit Phosphorsalz (siehe Seite 81).

## Antimon.

(Verhalten in der offenen Röhre Seite 24, auf der Kohle Seite 26, in Borax und Phosphorsalz Seite 65, mit Soda Seite 74, mit salpetersaurem Kobalt Seite 86.)

Wenn Antimon-Mineralien entweder in der offenen Röhre oder auf der Kohle bei Zutritt von Luft erhitzt werden, so geben sie einen dicken weissen Rauch von Antimonoxyd und Antimonsäure, der sich auf der Unterlage, in geringer Entfernung von der Probe anlegt. Dies Verhalten ist sehr charakteristisch für Antimon und ist ein nicht zu verkennendes Anzeichen von dessen Vorhandensein. Die eigenthümliche, Seite 26, beschriebene Erscheinung, welche eine Kugel von Antimonmetall zeigt, wenn sie auf Kohle geschmolzen wird, ist ebenfalls charakteristisch und kann hervorgerufen werden, wenn man ein Antimon-Mineral (Sulfid und Oxyd) mit Soda auf der Kohle schmilzt und mit der so erhaltenen Metallkugel operirt.

| Mineral. | Formel. | Verhalten (1) im Glaskolben. | Verhalten (2) in der offenen Glasröhre. | Verhalten (3) auf der Kohle. |
|---|---|---|---|---|
| Gediegen Antimon . . . | Sb. | Schmilzt und giebt in starker Hitze ein dunkelgraues Sublimat. | Schmilzt und giebt starken weissen Rauch, der sich zum Theil in der Röhre verdichtet. Giebt bisweilen auch arsenikalische Dämpfe in geringer Menge. | Schmilzt und giebt starken weissen Rauch, welcher die Kohle dick beschlägt und die Flamme unmittelbar hinter der Probe blau färbt. |
| Grauspiessglanzerz (Antimonglanz) | $Sb S_3$. | Schmilzt leicht und giebt bisweilen eine kleine Menge Schwefel aus. Giebt in starker Hitze ein braunes Sublimat von $Sb S_3$ und $Sb O_3$. | Schmilzt und giebt $S O_2$ aus, welche entweicht, und dichten weissen Rauch von $Sb O_3$ und $Sb O_5$, welcher sich theilweise in der Röhre ablagert. | Schmilzt, geht theilweise in die Kohle und verflüchtigt sich theilweise, indem es die Kohle weiss beschlägt. Färbt die Flamme blau. |

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| — | Das auf der Kohle entstandene Oxyd giebt die Antimon-Reaction. | Wie in Borax. | — | Wird der Beschlag auf Kohle mit Kobaltsolution behandelt, so nimmt er die charakteristische schwärzlich grüne Farbe an (Seite 86). |
| — | Wie gediegen Antimon. | Wie in Borax. | Schmilzt und wird zu metallischem Antimon reducirt, das sich wie solches auf der Kohle verhält. Die alkalische Masse giebt die Schwefel-Reaction. | Wie gediegen Antimon. |

## Antimon.

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Rothspiessglanzerz (Antimonblende) | $\overset{'''}{Sb}^2 + \overset{\dots}{Sb}$. | Schmilzt leicht, giebt erst $Sb\,O_3$ und dann ein orangefarbenes Sublimat. In starker Hitze giebt es ein schwarzes Sublimat, das beim Erkalten braun wird. | Wie Grauspiessglanzerz | Wie Grauspiessglanzerz. |
| Weissspiessglanzerz (Antimonblüthe) | $Sb\,O_3$. | Wird sublimirt. | Wie im Kolben. | Schmilzt unter Verbreitung eines dicken weissen Rauchs, der die Kohle beschlägt. In der Reductionsflamme wird es theilweise zu Metall reducirt. Färbt die Flamme blau. |

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| — | Wie gediegen Antimon. | Wie in Borax. | Wie Grauspiessglanzerz. | Wie gediegen Antimon. |
| Schmilzt und verflüchtigt sich, indem es die äussere Flamme blau färbt. | Giebt die Antimon-Reaction. | Wie in Borax. | Wird in der Reductionsflamme zu Metall reducirt. | Wie gediegen Antimon. |

Die aufgeführten Mineralien sind die wichtigsten Mineralien, in denen Antimon das einzige vorhandene Metall ist. Arsen-Antimon (Sb As) ist verhältnissmässig selten und gleicht dem gediegenen Antimon in seinem Verhalten, ausgenommen dass es im Kolben, in der offenen Röhre und auf der Kohle starken Arsenrauch giebt, der leicht an dem Geruche erkannt wird.

Eine grosse und wichtige Classe von Antimon-Mineralien, nämlich die Mineralien, in denen Antimon mit Blei und Schwefel verbunden ist, wie Jamesonit, Zinkenit, Heteromorphit u. s. w., wurde schon bei Blei beschrieben. Fahlerz und Bournonit bei Kupfer und Nickelantimonglanz bei Nickel. Ueber Antimonsilber, Sprödglaserz, Rothgültigerz Miargyrit und Polybasit siehe Silber.

## Arsen.

(Verhalten im Kolben Seite 21, in der offenen Röhre Seite 23, auf der Kohle Seite 25, auf der Zange Seite 39, mit Soda Seite 74. Verfahren, kleine Mengen in Verbindung mit anderen Metallen zu entdecken, Seite 87.)

Arsen wird in metallischem Zustande leicht an dem knoblauchähnlichen Geruche erkannt, welchen es beim Erhitzen in einer offenen Röhre oder auf Kohle verbreitet. Arsenige Säure und Arsensäure verbreiten denselben Geruch, wenn man sie auf Kohle reducirt, und die Verbindungen der Säuren, wenn man dabei etwas Soda oder Kleesalz zusetzt. Es ist wohl kaum nöthig zu sagen, dass alle Löthrohr-Versuche mit Arsen-Verbindungen in einem gut ventilirten Zimmer angestellt werden müssen, da die Arsendämpfe höchst nachtheilig auf die Gesundheit wirken.

Arsenik.

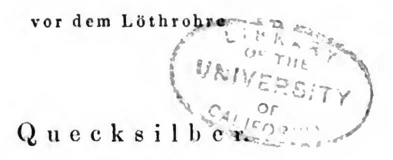
| Mineral. | Formel. | Verhalten (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
|---|---|---|---|---|
| Gediegen Arsen (Scherbenkobalt) | As. | Sublimirt ohne zu schmelzen zu einem dunkelgrauen metallglänzenden Sublimat, zuweilen einen geringen Rückstand lassend. | Verwandelt sich bei schwachem Erhitzen in einem guten Luftstrome in $As O_3$, welche sich im oberen Theile der Röhre theilweise zu einem weissen Sublimat verdichtet. | Geht als $As O_3$ weg, welche die Kohle um die Perle herum dünn beschlägt. |
| Realgar . . . | $As S_2$. | Schmilzt und sublimirt unter Aufwallen zu einem durchscheinenden rothen Sublimate. | Geht bei schwachem Erhitzen als $S O_2$ und $As O_3$ weg; die letztere verdichtet sich im oberen Theile der Röhre. | Schmilzt und geht als $S O_2$ und $As O_3$ weg. |
| Operment . . | $As S_3$. | Wie Realgar, nur dass das Sublimat nach dem Erkalten dunkelgelb ist. | Wie Realgar. | Wie Realgar. |
| Arsenikblüthe | $As O_3$. | Sublimirt ohne zu schmelzen zu weissen Krystallen. | — | Verdampft und beschlägt dabei die Kohle weiss. |

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| Färbt die Flamme blau. | — | — | — | — |
| Schmilzt und färbt die Flamme blau. | — | — | Wie auf der Kohle für sich, nur dass der Schwefel mit dem Alkali Na S giebt, das auf Silber die Schwefel-Reaction hervorbringt. | — |
| Wie Realgar. | — | — | Wie Realgar. | — |
| Färbt die Flamme blau. | — | — | — | Giebt beim Erhitzen mit Kohle im Kolben einen Arsenspiegel. |

Wenn der erdige Rückstand, den das gediegene Arsen nach der Sublimation hinterlässt, mit Borax oder Phosphorsalz behandelt wird, so giebt derselbe gewöhnlich die Eisen-Reaction, bisweilen auch die Nickel- und Kobalt-Reaction. Wird er auf Kohle mit ein wenig Borax und Blei geschmolzen und dann das Blei abgetrieben, wie es bei Silber beschrieben ist, so wird bisweilen ein kleines Silberkorn erhalten.

Ausser den in der Tabelle aufgeführten Mineralien sind noch die folgenden bemerkenswerth: Pharmacolit, bei Kalk beschrieben, — Arsenikkies, Arsenikeisen, Skorodit und Würfelerz bei Eisen Seite 152 u. ff.; Kupfernickel, Speisskobalt, Glanzkobalt, Nickelarsenglanz, Nickelantimonglanz, Kobaltblüthe und Nickelocher bei Nickel und Kobalt Seite 170 u. ff.; Buntbleierz (Mimetesit) und Geokronit bei Blei, Seite 196 u. 201; Fahlerz, Tennantit, Olivenit und andere Arsensäuresalze von Kupferoxyd bei Kupfer Seite 204 u. ff. Ueber lichtes Rothgültigerz (Proustit) und Polybasit siehe unter Silber.




## Quecksilber.

(Verhalten im Kolben Seite 21, mit Soda Seite 74.)

Wird irgend ein Mineral, das Quecksilber enthält, mit Soda gemengt im Kolben oder in einer unten zugeschmolzenen Glasröhre erhitzt, so entwickelt sich metallisches Quecksilber und verdichtet sich im oberen Theile des Kolbens oder der Röhre in kleinen Tropfen, die durch einen Glasstab zum Zusammenfliessen gebracht werden können und dann Metallglanz zeigen. Die folgenden sind die wichtigsten Quecksilber-Mineralien.

Quecksilber.

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Gediegen Quecksilber | Hg. | Verflüchtigt sich vollständig oder mit Hinterlassung eines geringen Rückstandes, und verdichtet sich im Halse des Kolbens wieder. | — | Verflüchtigt sich. |
| Zinnober . . | Hg S. | Verflüchtigt sich, bisweilen einen geringen erdigen Rückstand hinterlassend, und verdichtet sich wie der zu schwarzem Schwefelquecksilber. | Wird bei schwachem Erhitzen in metallisches Quecksilber und $SO_2$ zersetzt; das erstere verdichtet sich im oberen Theile der Röhre, die letztere entweicht und giebt sich durch den Geruch zu erkennen. | Verflüchtigt sich und hinterlässt meistens einen geringen erdigen Rückstand. |

Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| — | — | — | — | — |
| — | — | — | Giebt beim Erhitzen mit Soda und Cyankalium metallisches Quecksilber aus. | Nachdem bei dem vorigen Versuche das Quecksilber vollständig ausgetrieben ist, so giebt der Rückstand auf Silber die Schwefel-Reaction. |

Quecksilber.

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Amalgam . . | $AgHg_2$. | Wie gediegen Quecksilber, lässt aber einen Rückstand von reinem Silber. | — | Das Quecksilber verflüchtigt sich mit Zurücklassung von Silber, das zu einer Kugel schmilzt und in der Oxydationsflamme die Kohle mit seinem charakteristischen Oxyde beschlägt. |

Gediegen Quecksilber enthält häufig eine kleine Menge Si ber, welche, wenn das Quecksilber im Kolben sublimirt ist, i dem Rückstande bleibt und mit etwas Soda auf der Kohle g schmolzen werden kann, um die erdigen Verunreinigungen z entfernen.

Ausser den aufgeführten Mineralien sind noch die folgende

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| — | — | — | — | — |

seltenen bemerkenswerth: — Quecksilberhornerz (Hornquecksilber, $Hg_2Cl$) und Selenquecksilber [Hg (S Se)], welche beide leicht resp. durch die Chlor- und Selen-Reaction zu erkennen sind. Fahlerz und Selenblei enthalten bisweilen ebenfalls Quecksilber (siehe Kupfer und Blei).

## Platin, Palladium, Rhodium, Iridium und Osmium.

Diese Metalle, welche nur gediegen oder als Legirungen vorkommen, sind vorzüglich durch ihre negativen Eigenschaften charakterisirt. Sie sind unschmelzbar vor dem Löthrohre *) und mit Ausnahme von Osmium und Palladium werden sie nicht von einem der gewöhnlichen Löthrohr-Flussmittel angegriffen. Wird Osmium mit Salpeter auf der Kohle geschmolzen, so entwickelt es Dämpfe von Osmiumsäure, die einen eigenthümlichen unangenehmen Geruch besitzen, und Palladium löst sich beim Schmelzen mit saurem schwefelsauren Kali in einem Kölbchen und giebt ein gelbes Salz. Die wichtigsten Mineralien, in denen die genannten Metalle vorkommen, sind:

Gediegen Platin, das gewöhnlich mehr oder weniger Eisen, Iridium, Rhodium, Palladium, Osmium und Kupfer enthält. Wenn einige Feilspähne dieses Minerals mit Borax oder Phosphorsalz geschmolzen werden, so zeigt die Perle eine schwache Kupfer- und Eisen-Reaction, aber die anderen Metalle bleiben unverändert. Zur Scheidung dieser ist eine Analyse erforderlich, worüber Rose's Handbuch der Chemie nachgesehen werden kann.

Gediegen Palladium schmilzt mit saurem schwefelsauren Kali, wie oben angegeben. Es schmilzt ebenfalls mit Schwefel in der Reductionsflamme auf Kohle, und wenn es später in der Oxydationsflamme behandelt wird, so brennt der Schwefel weg und es bleibt metallisches Palladium.

---

*) Ausserordentlich dünner Platindraht oder ein feiner Streifen dünner Platinfolie lassen sich zwar in der Spitze der Löthrohrflamme schmelzen; aber da jedes grössere Stück Platin, z. B. die Körner des gediegenen Platins unverändert die Form behalten, so kann das Metall für unschmelzbar gelten.

Irid-Osmium und Osmium-Iridium sind zwei bestimmte Verbindungen der beiden Metalle. Das erstere, welches die Formel IrOs hat, ist für sich unschmelzbar und giebt beim Schmelzen mit Salpeter Dämpfe von Osmiumsäure. Das letztere, welches den Formeln $IrOs_3$ oder $IrOs_4$ entspricht, giebt beim Erhitzen in der Flamme einer Spirituslampe Osmium aus, das die Flamme leuchtend macht. Mit Salpeter giebt es mehr Osmiumsäure-Dämpfe als die anderen Species.

## Silber.

(Verhalten auf der Kohle S. 29, in Borax und Phosphorsalz S. 61, mit Soda S. 74.)

Nach ihrer Zusammensetzung kann man die Silber-Mineralien in zwei Classen theilen: — die erste, diejenigen umfassend, welche kein anderes feuerbeständiges Metall enthalten als Silber, aus denen daher das Silber einfach durch Schmelzen mit Soda auf Kohle ausgezogen werden kann, da sich vorhandenes Antimon, Arsen und vorhandener Schwefel verflüchtigen, die beiden ersten in der Reductionsflamme, der letztere in der Oxydationsflamme; — die zweite, diejenigen umfassend, welche, wie silberhaltiges Fahlerz, neben Silber, auch Kupfer, Blei, überhaupt solche Metalle enthalten, die sich nicht oder doch nur schwierig vor dem Löthrohre verdampfen lassen. Bei diesen muss die Gegenwart des Silbers auf folgende Weise dargethan werden.

In einem Stücke guter Kohle wird eine etwa $^3/_{16}$ Zoll tiefe und eben so weite Vertiefung ausgebohrt. Ungefähr 2 Grm. des gepulverten und mit dem gleichen Volumen gestossenen Boraxglases gemengten Minerals werden in ein kleines Stück dünngeschlagenen Probe-Bleis eingewickelt, in die Vertiefung gelegt und in der Reductionsflamme geschmolzen, anfangs bei schwacher, später bei stärkerer Hitze. Das Schmelzen muss so lange andauern, bis die Masse sich in ein Metallkorn und in eine

klare, glasige, nicht an der Kohle haftende Boraxperle geschieden hat. Wenn das Metallkorn nach dem Abkühlen eine dunkelgraue Oberfläche besitzt, was das Vorhandensein von Antimon anzeigt, so muss es so lange in der Oxydationsflamme behandelt werden, bis seine Oberfläche nach dem Erkalten glänzend bleibt. Dann wird es von Borax gereinigt und sorgfältig auf etwas Knochenasche abgetrieben (cupellirt), die man in eine flache Vertiefung in die Kohle gedrückt hat und deren Oberfläche man durch ein Achatpistill oder dergleichen schwach concav gemacht hat. Die Cupellation wird auf folgende Weise ausgeführt: Die Knochenasche-Capelle wird sehr allmälig angewärmt, zuletzt stark erhitzt, um jede Spur von Feuchtigkeit auszutreiben. Das durch Hämmern von anhängendem Borax sorgfältig befreite Metallkorn wird dann auf die Capelle gelegt und durch die Spitze einer mässig oxydirenden Flamme geschmolzen gehalten, bis der grösste Theil des Bleis oxydirt ist und eine Masse von geschmolzener Glätte um das Metallkorn bildet. Dieses letztere wird nach dem Erkalten abgenommen, und nachdem es von der anhängenden Glätte durch einen schwachen Hammerschlag gereinigt worden ist, auf eine zweite gut ausgetrocknete Capelle gelegt, deren Oberfläche möglichst geglättet ist. Die Cupellation wird dann von Neuem wie zuvor ausgeführt, nur dass man die Flamme mehr auf die Capelle unter der Probe, denn auf die Probe selbst wirken lässt, damit die Glätte, so schnell, als sie sich bildet, von der Capelle absorbirt wird. Das Erhitzen wird fortgesetzt, bis glänzende Regenbogenfarben über die Oberfläche der Probe spielen, was die Oxydation der letzten Spuren von Blei anzeigt. Dann lässt man das Korn erkalten. Ist es reines Silber oder Silber und Gold, so glüht es plötzlich einen Augenblick auf, sobald die Temperatur unter die Rothglühhitze sinkt, und zeigt nach dem Erkalten die glänzend weisse Oberfläche des feinen Silbers. Wenn eine Cupellation nicht ausreicht, um alles Kupfer zu entfernen, was daran zu erkennen,

dass die von der zweiten Capelle absorbirte Glätte nach dem Erkalten nicht blassgelb, sondern dunkel ist, so muss das Korn nochmals mit einer kleinen Menge Blei zusammengeschmolzen und abgetrieben werden. — Wird der Process sorgfältig geleitet, so lässt sich durch denselben der Procentgehalt eines Minerals an Silber sehr genau bestimmen; aber wenn dies der Zweck des Löthrohrbläsers ist, thut man besser, sich einen hierzu besonders construirten kleinen Apparat anzuschaffen, in Bezug auf dessen Beschreibung sowohl als Anwendung auf Plattner's Werk über das Löthrohr verwiesen werden muss. — Die wichtigsten Silber-Mineralien sind die folgenden:

Silbe

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohl |
| Gediegen Silber | Ag. | — | — | Schmilzt un giebt in eine starken Oxydationsflamm einen Beschla von dunkelbraunemOxyd Ist Antimon vorhanden, s giebt es einen rothen Beschlag. |
| Antimonsilber | $Ag^2 Sb$. | — | Giebt weissen Antimonrauch, der sich theilweise in der Röhre ablagert. | Schmilzt, raucht stark giebt einen weissen Beschlag und wenn das Antimon nahez weggeblasen ist, einen rothen Beschlag ein reines Silberkorn zurücklassend. |
| Silberglanz . | $Ag S$. | — | Giebt schweflige Säure aus. | Giebt $S O_2$ un wird zu metallischem Silber Ist er unrein so bleibt eine kleine Menge Schlacke zurück. |

Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| — | Giebt die Silber-Reaction (S. 61). | Wie in Borax. | — | — |
| — | Der auf der Kohle entstandene Beschlag giebt die Antimon-Reaction. | Wie in Borax. | Wie auf der Kohle für sich. | — |
| — | Die Schlacke, wenn eine solche auf der Kohle erhalten wurde, giebt die Eisen-Reaction. | Wie in Borax. | Wie auf der Kohle für sich. Die geschmolzene Masse giebt auf Silber die Schwefel-Reaction. | — |

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda | |
| — | Die auf der Kohle erhaltene Schlacke giebt die Eisen- und Kupfer-Reaction. | Wie in Borax. | Das Silber wird reducirt, das Antimon geht als dicker Rauch weg. Das geschmolzene Alkali giebt auf Silber die Schwefel-Reaction. | — |
| — | — | — | Wie das vorige Mineral. | |

| Mineral. | Formel. | Verhalten | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (1) im Glaskolben. | (2) in der offenen Glasröhre. | (3) auf der Kohle. |
| Rothgültigerz (lichtes) (Proustit) | $\overset{\prime}{Ag}{}^3 \overset{\prime\prime\prime}{As}$. | Schmilzt und giebt bei schwacher Rothglühhitze ein Sublimat von $AsS_3$. | Giebt beim allmäligen Erhitzen $AsO_3$ und $SO_2$; bisweilen mit Antimonrauch. | Wie das vorige Mineral, nur dass es viel $AsO_3$ und nur wenig $SbO_3$ giebt. |
| Silberhornerz (Hornsilber) | $AgCl$. | Schmilzt, ohne weiter verändert zu werden. | — | Schmilzt leicht in der Oxydationsflamme. In der Reductionsflamme wird es langsam zu metallischem Silber reducirt. |

Andere silberhaltige Mineralien sind: Miargyrit ($\overset{\prime}{Ag} \overset{\prime\prime\prime}{Sb}$), der sich wie Sprödglaserz verhält. — Polybasit ($\overset{\prime}{Ag}\,\overset{\prime}{\bar{C}u}$)$^9$ ($\overset{\prime\prime\prime}{Sb}\,\overset{\prime\prime\prime}{As}$). Er schmilzt im Kolben ausserordentlich leicht, giebt aber kein Sublimat. In der offenen Röhre giebt er Antimonrauch und Arsenikrauch, von denen der letztere ein krystallinisches Sublimat bildet. Auf der Kohle verhält er sich wie dunkles Rothgültigerz, nur dass er mehr Arsen ausgiebt und ein Silberkorn liefert, welches eine beträchtliche Menge Kupfer enthält, was sich durch Schmelzen mit Phosphorsalz in der Oxydationsflamme erkennen lässt. Das Mineral giebt zuweilen auch einen dünnen Zinkbe-

(Fortsetzung.)

| Verhalten | | | | Besondere Reactionen. |
|---|---|---|---|---|
| (4) in der Platinzange. | (5) in der Boraxperle. | (6) in der Phosphorsalzperle. | (7) mit Soda. | |
| — | — | — | Wie dunkles Rothgültigerz, nur dass es viel Arsen und wenig Antimon ausgiebt. | — |
| — | — | — | Wird sehr schnell zu metallischem Silber reducirt. | Wenn es klein zerschnitten mit Kupferoxyd gemengt und dann in der Oxydationsflamme auf der Kohle erhitzt wird, so färbt es die Flamme blau. |

chlag auf der Kohle, um die Probe herum, leicht an der gelen Farbe in der Hitze zu erkennen. — Bromsilber ($AgBr$), Iodsilber ($AgJ$) und Chlorbromsilber ($2 AgBr + 3 AgCl$) zeigen im Allgemeinen das Verhalten des Hornsilbers, lassen sich aber leicht durch die verschiedene Färbung unterscheiden, welche sie der Flamme ertheilen, wenn sie mit Kupferoxyd auf der Kohle behandelt werden, und durch ihr Verhalten beim Schmelzen mit saurem schwefelsauren Kali im Kolben oder einer unten zugeschmolzenen Röhre.

Die meisten Blei-Mineralien enthalten ebenfalls kleine Men-

gen Silber, namentlich Zundererz (siehe Blei S. 200); ferner Bournonit und Weissgültigerz (siehe Kupfer). Amalgam ist bei Quecksilber beschrieben (S. 232) und über Schrifttellur und Gold siehe dies Metall.

## Gold.

Ausser dem gediegenen Golde, das an seiner Farbe, seiner Hämmerbarkeit und anderen physikalischen Eigenschaften leicht erkannt werden kann, sind die einzigen wichtigen Mineralien, welche Gold in einer beträchtlichen Menge enthalten, Schrifterz (Schrifttellur) und Blättererz (Blättertellur). Gold kommt aber in kleinen Mengen in einigen Schwefelmetallen vor, aber in so kleinem Verhältnisse, dass es nur entdeckt werden kann, wenn man 5000 bis 6000 Gran des Minerals mit Blei schmilzt und das Bleikorn sorgfältig cupellirt und scheidet. Die Auffindung so kleiner Mengen Gold gehört daher nicht in das Bereich der Löthrohr-Versuche, und die einzigen Mineralien, welche wir hier zu betrachten haben, sind solche, welche so viel von dem Metalle enthalten, dass es durch eine gewöhnliche Löthrohr-Cupellation entdeckt werden kann.

Um das Gold in irgend einem Minerale nachzuweisen, worin es neben einem nicht flüchtigen Metalle vorhanden ist, muss das Mineral gepulvert, mit Borax und Blei geschmolzen werden und dann muss das bei der Schmelzung fallende Bleikorn, wie beim Silber beschrieben, cupellirt (abgetrieben) werden. Wenn das bei der Cupellation erhaltene Metallkorn hinreichend Silber enthält, um ihm die Farbe und das Ansehen dieses Metalls zu geben, so muss es, für die Scheidung des Goldes, auf einer reinen Metallfläche ausgehämmert und dann in einem Porzellantiegel mit einigen Tropfen Salpetersäure übergossen und damit

mässig erwärmt werden, um das Silber aufzulösen. Wenn die Einwirkung aufgehört hat, wird die Silberlösung abgegossen, das zurückgebliebene Gold mit destillirtem Wasser ausgewaschen, dann sorgfältig auf die Kohle gebracht und hier zum lebhaften Rothglühen erhitzt. Dadurch bekommt es Zusammenhang und das bekannte Ansehen des feinen Goldes, Hat das Goldkorn nach der Cupellation eine blasse Goldfarbe, ein Zeichen, dass Silber nur in geringer Menge vorhanden ist, so muss man ein Silberkorn vom 2- bis 4fachen Gewichte zugeben und damit zusammenschmelzen. Dann erst wird ausgehämmert und mit Salpetersäure behandelt, um das Gold zu scheiden. Der erstere Theil des Processes, nämlich die Schmelzung, ist nur erforderlich, wenn das Gold aus Erzen oder Mineralien ausgezogen werden soll, in denen es eingesprengt ist; es ist unnöthig bei der Prüfung der unten aufgeführten Mineralien. Da aber das Gold gewöhnlich von mehr oder weniger Silber und kleinen Mengen Kupfer, Eisen u. s. w. begleitet ist, so ist es immer zweckmässig zu cupelliren und scheiden, um es rein zu erhalten.

Gediegen Gold wird am besten an seinen physikalischen Eigenschaften, als specif. Gewicht, Farbe, Hämmerbarkeit u. s. w., erkannt. Es schmilzt bei heller Rothglühhitze und wird es mit Phosphorsalz auf Kohle in guter Oxydationsflamme geschmolzen, so wird die Perle opalisirend von Silber. Durch Cupellation, zur Entfernung der Spuren von Eisen und Kupfer, und nachfolgende Scheidung mit Salpetersäure nach Zusatz von Silber, lassen sich fast alle fremden Metalle fortschaffen, so dass reines Gold erhalten wird.

Schrifterz. — In der offenen Glasröhre giebt es tellurige Säure, die ein weisses Sublimat bildet, welches beim Erhitzen zu kleinen durchsichtigen Tropfen zusammenfliesst und leicht an dem eigenthümlichen unangenehmen Geruche erkannt wird. Auf der Kohle schmilzt das Schrifterz zu einer

Kugel und giebt einen Beschlag von telluriger Säure (S. 25). Wenn das Tellur verdampft ist, so bleibt ein blassgelbes Korn zurück, was durch Scheidung reines Gold giebt.

Blättererz giebt beim Erhitzen in der offenen Röhre einen weissen Rauch, der sich zum Theil in der Röhre über der Probe ablagert und der aus tellursaurem und antimonsaurem Bleioxyd und m oberen Theile der Röhre aus antimoniger Säure und telluriger Säure besteht. Auf der Kohle schmilzt es, giebt einen gelben Beschlag von Bleioxyd um die Probe herum, und einen weissen Beschlag von antimoniger und telluriger Säure und schwefelsaurem Bleioxyd. Wenn diese und das Blei vollständig weggeblasen sind, bleibt ein Goldkorn zurück.

---

# DIE LOETHROHRGEBLAESE.

Die Löthrohrgebläse sind mechanische Vorrichtungen, welche zum Hervorbringen einer Löthrohrflamme ohne Beihülfe der menschlichen Lunge dienen, zum Theil aber zugleich auch die Erzeugung eines beträchtlich höheren Hitzgrades zum Zwecke haben, als sich durch eine gewöhnliche Löthrohrflamme erreichen lässt. Versteht man unter Löthrohrgebläsen — was eigentlich am richtigsten ist — nur die Gebläse-Vorrichtungen selbst, so zerfallen dieselben in zwei Classen, nämlich in gewöhnliche Balgen-Gebläse und in Gasometer-Gebläse. Unter letzteren mögen hier alle diejenigen Gebläse-Vorrichtungen begriffen werden, welche ganz nach dem Principe eines Gasometers construirt sind. Mit dem Gebläse ist ein biegsamer Schlauch von Gummi elasticum, Gutta Percha oder dergleichen verbunden, an dessen freiem Ende sich die Löthrohrspitze befindet. In der Regel aber umfasst man mit der Benennung »Löthrohrgebläse« den ganzen zur Hervorbringung einer Löthrohrflamme erforderlichen Apparat. Solchenfalls lassen sich dieselben in folgende Abtheilungen bringen.

1. Löthrohrgebläse, bei denen ein Strom von atmosphärischer Luft oder Sauerstoff durch eine Dochtflamme oder auf glühende Kohle geblasen wird.

2. Löthrohrgebläse, welche einen Strom brennbaren Gases oder brennbaren Dampfes durch eine Dochtflamme blasen.

3. Löthrohrgebläse, bei denen ein Strom von atmosphärischer Luft oder Sauerstoff durch eine Gasflamme geblasen wird.

4. Löthrohrgebläse, welche ein Gemenge von atmosphärischer Luft oder Sauerstoff mit einer brennbaren Gasart oder einem brennbaren Dampfe ausblasen, so dass die Verbrennung des angezündeten ausströmenden Gasgemenges allein durch den in letzterem enthaltenen Sauerstoff bewirkt wird.

---

## Löthrohrgebläse der ersten Art.

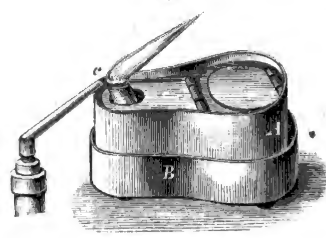
(Bei denen ein Strom von atmosphärischer Luft oder Sauerstoff durch eine Dochtflamme oder auf glühende Kohle geblasen wird.)

---

Die Dochtflamme derselben kann durch Oel, Talg, Alkohol, Aether u. s. w. erzeugt werden. Der Strom von atmosphärischer Luft wird durch einen Blasebalg oder durch ein Gasometer hervorgebracht. Zu diesen Gebläsen gehören besonders folgende.

Der Glasblase-Tisch, eine bekannte Vorrichtung zum Glasblasen im Kleinen. Dieselbe besteht in ihrer einfachsten Art aus einer auf einem Tische befindlichen Oel- oder Talglampe, durch welche mittelst eines, gewöhnlich unter dem Tische angebrachten Blasebalges ein Luftstrom geblasen wird. In nebenstehender Fig. 12 ist eine solche Lampe *A* abgebildet. Sie pflegt von Weissblech, lackirtem Eisenblech oder Kupfer angefertigt zu sein. *B* ist ein Gefäss aus demselben Material, welches theils dazu dient, die Lampe zur Bequemlichkeit des Arbeiters etwas mehr über dem Tische zu erhöhen, theils auch, das überfliessende Oel aufzufangen. Der aus der Löthrohrspitze *c*


Fig. 12.

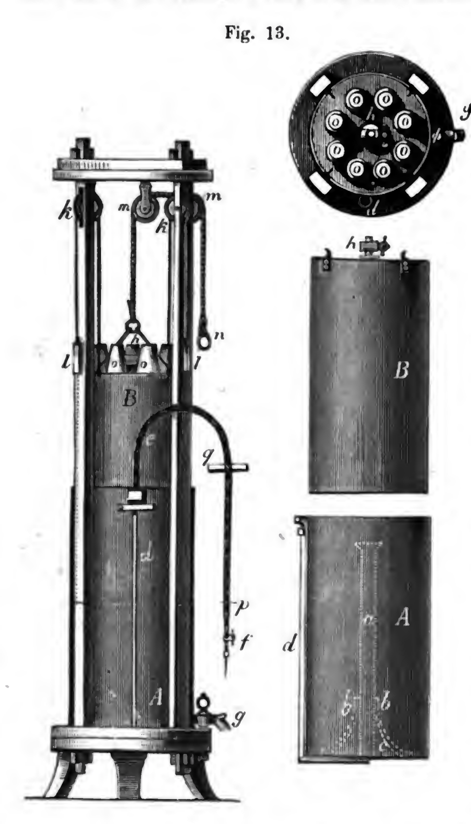


(einer gläsernen oder metallenen Röhre) dringende Luftstrom giebt der Flamme eine schiefe, von dem Arbeiter weggewendete Richtung, welche die Manipulationen des Letzteren begünstigt. — Eine Verbesserung des Glasblasetisches besteht in der Anwendung der Péclet'schen Lampe; einer Oellampe nämlich, mit hohlem cylindrischen Dochte, durch dessen Flamme ein senkrecht aufsteigender Luftstrom geblasen wird. Da man weiter unten die Construction einer ganz ähnlichen Lampe angegeben findet, so übergehen wir hier die nähere Einrichtung derselben.

Die gewöhnlichen Gasometer-Gebläse. Jedes Gasometer kann, indem man es mit atmosphärischer Luft füllt und diese aus einer Löthrohrspitze ausströmen lässt, in ein solches Gebläse umgewandelt werden. Plattner (Probirkunst mit dem Löthrohr, S. 632) beschreibt einen derartigen Blase-Apparat, welcher in gewissen Fällen — namentlich bei quantitativen Löthrohrproben — mit Nutzen angewendet werden kann. Die nähere Einrichtung desselben ist folgende: *A* und *B* sind zwei aus lackirtem Zinkblech (Fig. 13) gefertigte Gefässe, von denen das eine, *A*, die offene Seite nach oben, das andere (schmälere), *B*, die offene Seite nach unten gekehrt hat; so dass also *B* in *A* auf und nieder bewegt werden kann. In der Mitte des Gefässes *A* befindet sich ein senkrecht stehendes, durch zwei Stützen *b*, *b* gehaltenes Rohr *a*, an welches sich bei *c* ein zweites, etwas schwächeres Rohr *d* anschliesst, das erst horizontal unter dem Gefässboden hinläuft und dann ausserhalb der Wandung senkrecht emporsteigt. An dem oberen Ende dieses Rohrs ist ein etwa 12 Millim. starkes Kautschukrohr *e* angebracht, welches mit einem messingenen Hahn *f* und einer Löthrohrspitze versehen ist. Ein anderer messingener Hahn *g*, am unteren Theile von *A*, dient zum Ablassen des Wassers (Sperrwassers). Ein dritter Hahn *h*, an dem nach oben gekehrten Boden des Gefässes *B*, vermittelt das Einströmen von Luft in dieses Gefäss. *A* ist nämlich mit Wasser gefüllt; indem nun *B*, bei verschlossenem Hahne *h*, darin eingesenkt

und der Hahn *f* geöffnet wird, so strömt die in *B* befindliche Luft durch die Röhren *a* und *d* in den Schlauch *e*, und entweicht hier aus der Löthrohrspitze. Ist *B* auf diese Weise so weit in *A* eingesenkt worden, bis es auf den Boden von *A* stösst, so kann keine Luft weiter ausgepresst werden. Oeffnet man aber jetzt den Hahn *h* und hebt *B* allmälig in die Höhe, so wird sich *B* wieder mit Luft füllen, die, nach Schliessung jenes Hahnes, wieder durch *a*, *d* u. s. w. ausgepresst werden kann. Alle anderen am Apparate

Fig. 13.




angebrachten Einrichtungen haben nur zum Zweck, das Senken und Heben des Gefässes *B* leicht zu bewerkstelligen. Durch vier über die Rollen *k*, *k*, . . . laufende Schnuren, mit den Gegengewichten *l*, *l*, . . . versehen, ist *B* aufgehängt. Beim Austreiben der

Luft aus demselben wird der nöthige Druck durch 8 bleierne Gewichte *o*, *o*, *o*, . . ., jedes 4 Pfund schwer, hervorgebracht. Das Heben des Gefässes geschieht mittelst der über die Rollen *m m* laufenden Schnur, an welcher der als Handgriff dienende Ring *n* befestigt ist. Das Gefäss *B* fasst ungefähr 0,043 Cubik-Meter Luft, von denen 0,028 Cubik-Meter im comprimirten Zustande ausgetrieben werden Je nach der kleineren oder grösseren Oeffnung der angewendeten Löthrohrspitze dauert das Luftausströmen 50 bis 55 Minuten, nach welcher Zeit *B* gehoben und mit neuer Luft gefüllt werden muss. — Welche Bequemlichkeiten ein Löthrohrgebläse, wie das hier beschriebene, auch gewähren mag, so kann dasselbe in Betreff seiner Anwendung zu gewöhnlichen chemischen Zwecken gleichwohl nur als eine Aushülfe für brustschwache Löthrohrbläser betrachtet werden, da es fast unmöglich ist, die mittelst desselben erzeugte Flamme so zweckmässig zu dirigiren, wie es bei der geschickten Handhabung eines durch den menschlichen Athem gespeisten Löthrohrs erreicht werden kann.

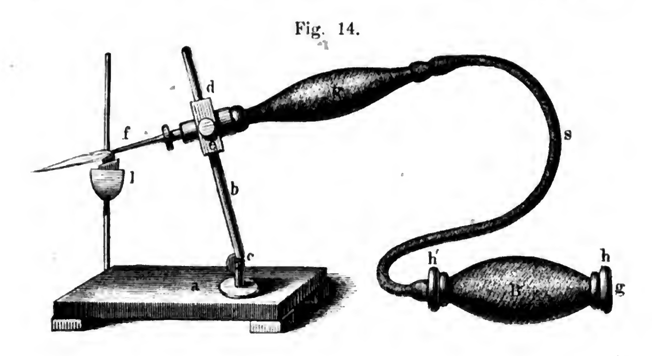
Das Kautschuk-Löthrohrgebläse ist von allen Vorrichtungen, welche den Zweck haben, eine Löthrohrflamme ohne Beihülfe der menschlichen Lungen hervorzubringen, das empfehlenswertheste.

Fig. 14 zeigt die sehr einfache Construction eines solchen Gebläses.

Auf einem Brette *a* ist eine Metallstange *b* angebracht, welche mittelst eines Kniees *c* nach einer Seite hin beweglich ist und als Träger der eigentlichen Löthrohrvorrichtung dient. Letztere besteht aus der Löthrohrspitze *f*, dem massiven Metallkörper *d* und dem Windreservoir *R* Der Metallkörper *d* ist durchbohrt, so dass derselbe an der Stange *b* auf und nieder geschoben und durch die Schraube *e* an einem beliebigen Punkte befestigt werden kann. Hierdurch und durch die Knie-Beweglichkeit jener Stange selbst kann man der Löthrohrspitze *f* eine

solche Stellung und Neigung geben, dass der aus *f* kommende Windstrom die Flamme der Löthrohrlampe *l* richtig erfasst.

Fig. 14.

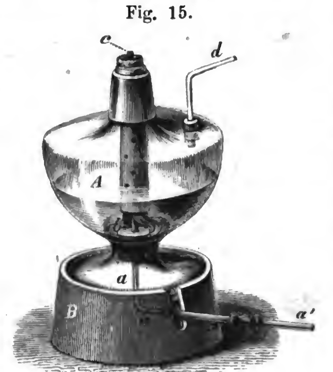



Das Windreservoir *R*, der Schlauch *s* und das Gebläse *B* bestehen im Wesentlichen aus vulcanisirtem Kautschuk. *h* und *h'* sind zwei durchbohrte und mit Ventilen versehene Holzkörper. Indem man das Gebläse *B* in der Mitte mit der Hand umspannt und es abwechselnd zusammendrückt und sich wieder ausdehnen lässt, wird Luft bei *g* eingesogen und durch den Schlauch *s* in das Windreservoir *R* gepresst. Durch schnelleres oder langsameres Drücken des Gebläses kann man dem aus der Löthrohrspitze entweichenden Luftstrome eine grössere oder geringere Geschwindigkeit, der Löthrohrflamme also eine grössere oder geringere Länge und Intensität geben. Man wird, nach einigen Versuchen, bald ausfindig machen, in welche Entfernung man die Löthrohrspitze von der Lampenflamme zu bringen habe, um eine gute reducirende Flamme zu erhalten Zur Hervorbringung der Oxydationsflamme wird die Löthrohrspitze, wie beim gewöhnlichen Löthrohr, etwas in die Lampenflamme eingetaucht und zugleich der Blasebalg in lebhaftere Bewegung gesetzt. Beide Arten von Flamme, oxydirende und reducirende, lassen sich auf diese Weise von ausgezeichneter Reinheit und von mehr

constanter Beschaffenheit als beim gewöhnlichen Löthrohr hervorbringen. — Man kann, wenn man dem Schlauche *s* die nöthige Länge giebt, das Gebläse *B* auf den Fussboden legen und es mit dem Fusse in Thätigkeit setzen, wodurch man alsdann beide Hände zu den Löthrohroperationen frei hat. Jedoch gehört mehr Uebung dazu, den richtigen Windstrom mit dem Fusse als mit der Hand hervorzubringen [1]).

Die Mitscherlich'sche Aetherlampe. Diese eben so einfache als für gewisse Zwecke äusserst wirksame Vorrichtung kann man aus jeder gewöhnlichen Spirituslampe (Fig. 15) herstellen. In einer gläsernen Spirituslampe *A*, von der Art wie sie in den Laboratorien gebräuchlich ist, wird der Boden zur Aufnahme des Korkes *b* durchbohrt. Durch diesen Kork führt man eine rechtwinkelig gebogene Messingröhre *a a a*, welche, mitten durch den Docht aufwärts steigend, in der Löthrohrspitze *c* endet. Das Holz-

Fig. 15.




[1]) Kautschuk-Löthrohrgebläse dieser Art sind für den mässigen Preis von 5 Thlr. 20 Sgr. sowohl aus der Fabrik des Herrn Martin Wallach in Cassel als von W. J. Rohrbeck (Firma: Luhme und Comp.) in Berlin zu beziehen. Gewöhnlich sind die Löthrohrspitzen an diesen Apparaten nur zum Glasblasen — mit weiteren Oeffnungen — eingerichtet; es ist dann aber leicht, eine gewöhnliche Platin-Löthrohrspitze daran zu befestigen. Der Verfasser, welcher anfangs ein gewisses Vorurtheil gegen das Kautschuk-Löthrohrgebläse hatte, hat sich durch den Gebrauch desselben von den in der That vorzüglichen Eigenschaften desselben überzeugt.

stück *B* dient der ganzen Vorrichtung als Untersatz. Man füllt die Lampe mit Aether, zündet sie an, und lässt aus einem Gasometer mittelst der Röhren *a'* und *a* Sauerstoff in die Flamme strömen. Das gekrümmte Glasrohr *d*, welches durch einen Kork in den oberen Theil der Lampe geleitet ist, dient zur Abführung der beim Warmwerden der Lampe entstehenden Aetherdämpfe. Damit sich dieselben nicht entzünden, ist der horizontale Schenkel der Röhre von der Flamme weg gerichtet. Es erhöht den Effect der Lampe sehr, wenn man einen stärkeren Docht, als in den Spirituslampen gebräuchlich, anwendet. In Folge hiervon, sowie wegen Aufnahme des Blaserohres *a*, muss die durchlöcherte Dochtröhre von hinreichender Weite angefertigt sein. Zur Vermeidung der bei solchen Lampen zuweilen entstehenden kleinen Explosionen ist es gut, die Dochtröhre möglichst scharf in den oberen Theil des messingenen Lampenhalses einzupassen. —

Es bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung, dass sich durch Löthrohrgebläse von der Art der Glasbläserlampe und eines gewöhnlichen Gasometer-Gebläses, wenn sie bloss mit atmosphärischer Luft gespeist werden, kein höherer Hitzgrad (pyrometrischer Wärme-Effect) erzielen lässt, als durch das gewöhnliche Löthrohr. Der Vortheil liegt hier alsdann bloss in der Schonung der Lungen und, beim Glasblasetisch, in dem grösseren Volumen der Flamme. Wendet man dagegen einen Strom von Sauerstoff an — indem man die betreffenden Gebläse zuvor mit dieser Gasart füllt —, so wird allerdings eine bedeutend höhere Temperatur entstehen, aber dennoch nicht ganz derjenige Hitzgrad erreicht werden, welcher der Verbrennung von Oel, Talg, Alkohol, Aether u. s. w. in reinem Sauerstoffgase entspricht. Es lässt sich nämlich nicht vermeiden, dass ein Theil der aus diesen Brennstoffen entwickelten brennbaren Gasarten der Einwirkung des eingeblasenen Sauerstoffs entgeht und daher auf Kosten der umgebenden atmosphärischen Luft verbrennt. Trotz dieser unvermeidlichen Herabziehung des Hitzgrades (pyrometrischen Wärme-Ef-

fectes) lässt sich durch die **Mitscherlich**'sche Aetherlampe eine sehr hohe Temperatur hervorbringen, was in dem grossen Wärme-Effecte des Aethers begründet ist. Aetherdampf nämlich, welcher durch atmosphärische Luft oder Sauerstoff verbrannt wird, erzeugt einen bedeutend stärkeren Hitzgrad, als selbst Wasserstoffgas unter diesen Umständen (s. **Scheerer**'s Metallurgie, Bd. I, S. 150). Man kann daher durch die Aetherlampe mit Leichtigkeit Platin, Quarz u. s. w. zum Schmelzen bringen, und würde einen noch bedeutenderen Effect erzielen, wenn man der Flamme ein grösseres Volumen zu geben vermöchte. Dies lässt sich aber durch Anwendung einer grösseren Lampe erreichen, welche mit einem stärkeren Docht oder mit mehreren Dochten, und zugleich mit mehreren Blasröhren zum Einströmen des Sauerstoffs in die Flamme versehen ist. Die Richtung dieser Blasröhren müsste nach oben convergirend sein, so dass sich die einzelnen Flammenstrahlen in einem gewissen Abstande von den Röhrenmündungen vereinigten. Noch besser wäre es vielleicht, diese Blaseröhren nicht von unten durch den Docht, sondern seitwärts in die Flamme zu führen, so dass die Flamme dadurch eine horizontale Richtung erhielte. Dies würde die Anwendung einer Unterlage von Kohle für den zu erhitzenden Körper gestatten, was eine beträchtliche Steigerung der Temperatur zur Folge haben müsste.

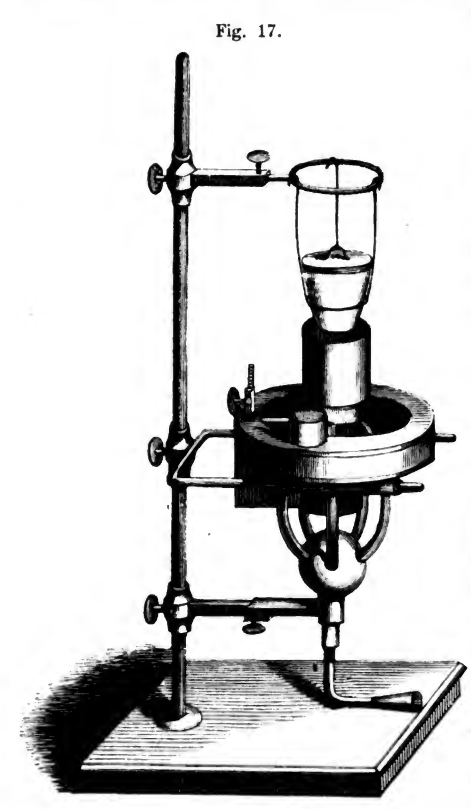
Anhangsweise mögen hier noch einige Löthrohrgebläse Erwähnung finden, welche eigentlich kein gewöhnliches Löthrohr, sondern gewissermaassen einen Ofen ersetzen sollen. Das bekannteste derselben ist die sogenannte **Plattner**'sche **Spinne** (Fig. 16). Aus einer etwa 1 Zoll im Durchmesser haltenden, hohlen Metallkugel, welche mit dem Leitungsrohre eines Blasebalges in Verbindung steht, gehen fünf gekrümmte, oben mit Löthrohrspitzen versehene Metallröhren aufwärts. Diese Vorrichtung (einer auf dem

Fig. 16.



Rücken liegenden Spinne ähnlich) wird so an einer Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge angebracht (Fig. 17), dass die aus den fünf Spitzen kommenden Luftströme, von aussen und unten her, steil aufwärts in die Spiritusflamme blasen. Durch diese vermehrte Luftzuströmung wird die Wirkung der Flamme so erhöht, dass man in einem — mittelst einer Hängevorrichtung von Platindraht — darüber angebrachten bedeckten Platintiegel Schmelzungen vornehmen kann, zu denen man sonst einen Ofen nöthig hatte. Silicate, gemengt mit kohlensaurem Natron, werden in Zeit von 15 bis 20 Minuten vollständig aufgeschlossen. Um eine solche Wirkung zu erreichen, muss man sich aber erst einige Erfahrung in der Anwendung dieses Apparates erworben haben. Der Effect des-

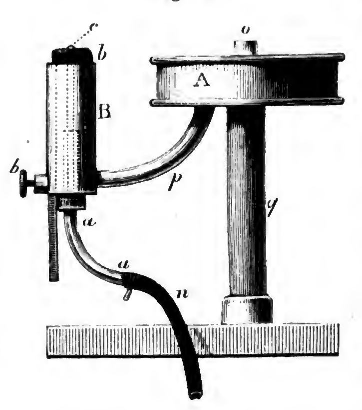
Fig. 17.



selben ist nämlich abhängig: 1. von der Richtung und Stärke der fünf Luftströme, 2. von der Grösse der Oeffnungen in den Löthrohrspitzen, 3. von dem Abstande der letzteren von der Flamme, 4. von der Länge des herausgeschrobenen Dochtes, 5. von der Höhe des Platintiegels über demselben, 6. von der Gestalt des Platintiegels (schmale Tiegel mit kleinem Boden eignen sich am besten hierzu), 7. von dem ungehinderten Verlauf der fünf Luftströme durch die Flammen (dieselbe dürfen nicht gegen den Docht strömen, weshalb man letzterem entsprechende Einbiegungen geben muss). Eine nähere Beschreibung der **Plattner**'schen Spinne findet man in **Pogg**. Annal. Bd. LXV, S. 611.

**Reich** bedient sich zu demselben Zwecke, wie **Plattner**, einer einfacheren Vorrichtung, indem er statt jener fünf Windröhren — ganz nach dem Principe der oben gedachten **Péclet**'schen Lampe — nur eine anwendet, welche von unten durch das Dochtrohr geht und eine senkrecht aufwärts steigende Flamme erzeugt. In nebenstehender Fig. 18 ist *A* der auf dem messingenen Fusse *q* ruhende Spiritusbehälter, *o* dessen Oeffnung. Durch das gekrümmte Rohr *p* wird das Dochtrohr *B* mit Spiritus gespeist. Der hohle cylindrische Docht *b* wird durch die Schraube *h* auf gewöhnliche Weise gestellt. Das in die Löthrohrspitze *c* endende Windrohr *a a* ist in einer im Inneren des hohlen Dochtrohrs angebrachten Leitung verschiebbar, wodurch man die Stellung der

Fig. 18.



Löthrohrspitze *c* in seiner Gewalt hat. Letztere darf keine zu kleine Oeffnung (kaum geringer als von $1\frac{1}{2}$ Millim. Durchmesser) haben, und der Docht muss, zur Aufsaugung der erforderlichen Menge Spiritus, wenigstens 3 Mal so dick als ein gewöhnlicher Lampendocht sein. Man kann denselben aus mehrfach über einander gewickeltem Baumwollenzeug anfertigen. Durch den elastischen Schlauch *n* presst man mittelst eines Blasebalges Luft in das Windrohr. Dieser einfache Apparat dürfte dem vorbeschriebenen Plattner'schen nur darin nachstehen, dass die Erhitzung eines darüber angebrachten Platintiegels zu einseitig, vom Boden aus, geschieht, während die Plattner'sche Spinne zugleich auch gegen die Wände des Tiegels wirkt und selbst den Deckel desselben zum lebhaften Glühen bringt. Für manche Zwecke ist die umfassende Erhitzung nicht von wesentlichem Einflusse, wohl aber bei der Aufschliessung von Silicaten mittelst kohlensauren Natrons, wobei leicht ein Spritzen der von unten schmelzenden Masse verursacht wird, was bei einer quantitativen Analyse mancherlei Uebelstände nach sich zieht. — Ein Gebläse-Apparat von ganz ähnlicher Einrichtung wie der Reich'sche ist der von F. Schulze im Journal für prakt. Chemie, Bd. 43, S. 368, beschriebene. — Alle diese Apparate, welche man auch zum Glasblasen u. s. w. anwenden kann, werden in ihrer Wirkung gesteigert, wenn man sich dabei einer Spirituslampe mit constantem Niveau bedient. Da dieselben nämlich in kurzer Zeit viel Spiritus verzehren, so sinkt — bei einem Spiritus-Behälter gewöhnlicher Art — das Niveau desselben in der Dochtröhre sehr bald, der Docht leidet in Folge davon Mangel an Spiritus und die Hitzwirkung vermindert sich bedeutend. In Ermangelung einer Vorrichtung zum constanten Niveau muss man wenigstens die Oeffnung des Spiritus-Behälters unbedeckt lassen und von Zeit zu Zeit Spiritus nachgiessen.

---

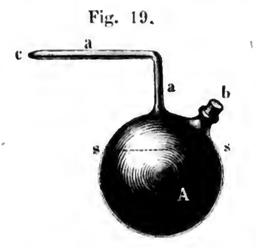
# Löthrohrgebläse der zweiten Art.

(Welche einen Strom brennbaren Gases oder brennbaren Dampfes durch eine Dochtflamme blasen.)

Alkoholdampf, Terpenthinöldampf u. s. w., welche unter hinreichendem Drucke aus einer durchbohrten Metallspitze in eine Dochtflamme strömen, entzünden sich und bilden nun mit letzterer eine gemeinschaftliche Flamme, welche sich zu Löthrohrversuchen und anderen Zwecken benutzen lässt. Hierauf beruht die Einrichtung der Aeolipile. Die nähere Construction dieses an sich sehr einfachen Apparates findet man auf sehr verschiedene Arten ausgeführt, von denen in dem Folgenden einige der zweckmässigsten beschrieben sind.

In ihrer ältesten und einfachsten Gestalt besteht die Aeolipile aus einer hohlen Metallkugel *A* (Fig. 19), an welcher die rechtwinkelig gebogene Röhre *aa* und eine durch einen Pfropf *b* verschliessbare Oeffnung angebracht ist. Durch letztere wird die Kugel ungefähr bis zu *ss* mit Spiritus gefüllt, worauf man sie mit dem Pfropf verschliesst, und die von irgend einer Vorrichtung gehaltene Kugel durch eine untergesetzte Spirituslampe erwärmt. Sobald der Spiritus ins Kochen geräth, werden die Dämpfe desselben durch die Röhrenspitze *c* ausgetrieben, und man kann sie nun durch eine Spiritus-, Oel- oder Talgflamme strömen lassen. Der Pfropf *b* vertritt hierbei zugleich die Stelle eines Sicherheits-Ventils. Ist derselbe nicht

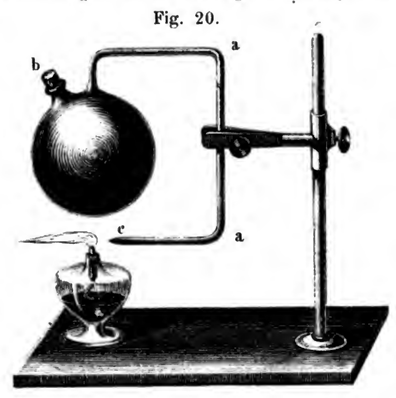
Fig. 19.



allzu fest eingedrückt, so wird er jedenfalls eher herausgeworfen, als dass die Kugel springt.

Bei einer anderen Construction der Aeolipile hatte man den Zweck vor Augen, die Erhitzung der mit Spiritus gefüllten Metallkugel durch dieselbe Flamme zu bewerkstelligen, welche zugleich als Löthrohrflamme benutzt wird. Aus nebenstehender Fig 20 ist diese Construction ersichtlich. *A* die mit Spiritus gefüllte Metallkugel; *a a a* ein dreimal rechtwinkelig gebogenes, in die Löthrohrspitze *c* auslaufendes Metallrohr; *b* die durch einen Pfropf verschliessbare Füllöffnung. Die ganze Vorrichtung ist in einen gewöhnlichen Halter eingespannt. Die unter *A* befindliche Spirituslampe erhitzt, selbst bei ihrer durch den Alkoholdampf horizontal geblasenen Flamme, die Metallkugel immer noch stark genug, um den darin befindlichen Spiritus im Kochen zu erhalten. Diese Construction der Aeolipile, obgleich der vorbeschriebenen in mancher Hinsicht vorzuziehen, steht dieser darin nach, dass sie kein so freies Manipuliren vor der Flamme gestattet.

Fig. 20.




Der letzterwähnte Uebelstand mag die Veranlassung zu einer dritten Construction gegeben haben, welche in umstehender Fig. 21 abgebildet ist. Man sieht hier einen Durchschnitt und eine Grundriss-Ansicht der Aeolipile. Dieselbe besteht aus Messingblech, ist etwa 2 Zoll hoch und hat gegen 3 Zoll im grössten Durchmesser. Zwischen den doppelten Wänden derselben befindet sich

der Spiritus *s s*, der durch ein, zugleich als Handgriff dienendes und durch den Pfropf *d* verschliessbares Seitenrohr eingegossen worden ist. Ueber dem Spiritus ist der ringsumlaufende Raum *b b* freigelassen, in welchem sich beim Erhitzen die Spiritusdämpfe entwickeln, die, da sie sonst keinen Ausweg finden, genöthigt sind. durch das zweimal rechtwinkelig gebogene Rohr *a a* zu gehen und aus der Löthrohrspitze *c* zu entweichen. Die Erhitzung des eingeschlossenen Spiritus wird durch die angezündete Spiritusschicht *s'* bewirkt, welche zugleich die Flamme abgiebt, die durch den aus *c* entweichenden Dampfstrahl senkrecht in die Höhe geblasen wird. Diese ziemlich hoch über den Apparat hinausgehende Flamme gewährt eine nach fast allen Seiten hin freie Manipulation.

Fig. 21.

Die Aeolipilen werden vorzugsweise zum Glasblasen benutzt. Wo es weder auf die Kostbarkeit des dabei verbrauchten Spiritus, noch auf einen starken Hitzgrad ankommt, sind sie hierzu ganz geeignet. Anstatt der Alkoholdämpfe kann man natürlich auch andere brennbare Dämpfe, wie z. B. von Terpenthinöl, Aether u. s. w., anwenden, wobei eine schwächere Erhitzung des eingeschlossenen Fluidums erfordert wird. Welcher Dämpfe man sich aber auch bedienen möge, so wird der dadurch erreichte Hitzgrad stets mehr oder weniger hinter dem einer guten Glasbläserlampe zurückbleiben. Es ist nämlich zu berücksichtigen, dass diese Dämpfe, obgleich brennbar, doch nicht zum U n t e r h a l t e n d e r V e r b r e n n u n g dienen können, welches daher nur auf Kosten der ä u s s e r e n (die Flamme umgebenden) atmosphärischen Luft geschieht, während ein gewöhnliches Löthrohr einen Luftstrom

ins Innere der Flamme führt und die schnelle und vollständige Verbrennung der Flammengase bewirkt.

Endlich ist noch zu bemerken, dass man sich bei dieser Art von Gebläsen anstatt eines brennbaren Dampfes auch einer brennbaren Gasart, namentlich des Wasserstoffs, bedienen könnte. Jedoch benutzt man die Wasserstoffflamme weit zweckmässiger auf die Weise, wie es in den Gebläsen der folgenden Art geschieht.

---

## Löthrohrgebläse der dritten Art.

(Bei denen ein Strom von atmosphärischer Luft oder Sauerstoff durch eine Gasflamme geblasen wird.)

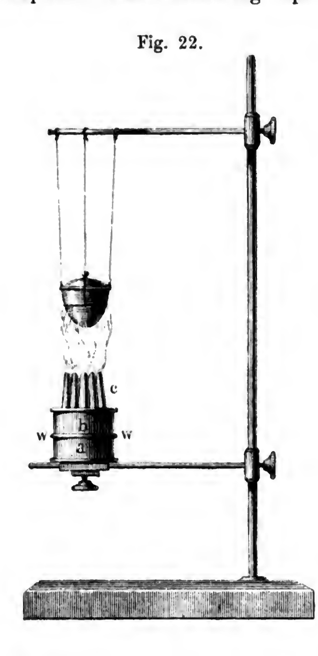
---

Als Gasflamme bedient man sich besonders der Flamme des Wasserstoffs. Entweder füllt man mit dieser Gasart einen Blasebalg oder ein Gasometer, oder man entwickelt sie in einem Apparate, dessen Einrichtung ganz auf dem Principe des Döbereiner'schen Feuerzeuges beruht. In beiden Fällen lässt man den Wasserstoff durch eine durchbohrte Metallspitze ausströmen, entzündet ihn, und leitet nun einen aus einer Löthrohrspitze kommenden Strom von atmosphärischer Luft oder Sauerstoff durch die Flamme. Bei der Anwendung von atmosphärischer Luft pflegt man sich zur Hervorbringung dieses Stromes eines Blasebalges, bei der Anwendung von Sauerstoff dagegen eines Gasometers zu bedienen. Das Nähere der Einrichtung eines derartigen Apparates lässt mancherlei Variationen zu, und ist so wenig wesentlich, dass es füglich übergangen werden kann. Am besten ist es hier, wie in so vielen ähnlichen Fällen, dass der Chemiker sich mit den ihm zu Gebote stehenden Mitteln zu helfen versteht.

Der durch ein solches Wasserstoff-Gebläse hervorgebrachte Hitzgrad entspricht natürlich der Temperatur, welche durch Ver-

brennung von Wasserstoffgas mit atmosphärischer Luft oder Sauerstoffgas erzeugt wird, ist also jedenfalls beträchtlich grösser als der eines Löthrohrgebläses der ersten und zweiten Art, mit Ausnahme der Aetherlampe. Bei Anwendung von Sauerstoff wird die entsprechende hohe Temperatur jedoch niemals ganz erreicht, weil es unvermeidlich ist, dass ein grösserer oder geringerer Theil des Wasserstoffs auf Kosten der, die Wasserstoffflamme umgebenden atmosphärischen Luft verbrennt, und dadurch jene Temperatur verhältnissmässig deprimirt.

Fig. 22.




In neuester Zeit hat man angefangen, sich bei Gebläsevorrichtungen dieser Art der Leuchtgasflamme zu bedienen. Sonnenschein [1]) hat einen solchen, jetzt in vielen Laboratorien mit Vortheil angewendeten Apparat construirt und beschrieben, welcher folgende Einrichtung besitzt:

Auf dem cylindrischen Gefässe *a b*, welches durch eine horizontale Scheidewand *w w* in zwei gleiche Räume getheilt wird, in den Windraum *a* und den Gasraum *b*, sind fünf im Kreise stehende Löthrohrspitzen *c* angebracht, jede

[1]) Ueber einige Apparate zur Anwendung des Leuchtgases in chemischen Laboratorien, in Erdmann's Journ. f. prakt. Chemie Bd. 55, 478.

von der Construction eines Argand'schen Gasbrenners, also mit doppelter Wandung. Die innere Röhre jeder Löthrohrspitze geht bis in den Windraum *a* nieder, die äussere nur bis in den Gasraum *b*. Wird nun — durch Seitenröhren, welche bei der gewählten Stellung des Apparates in der Zeichnung nicht sichtbar sind — in den Raum *a* mittelst eines Gebläses Luft eingeblasen, während zugleich in den Raum *b* Leuchtgas einströmt, so erhält man, bei Entzündung des letzteren, fünf Löthrohrflammen, welche den darüber aufgehängten Platintiegel erhitzen. Man hat also hier gewissermaassen eine durch Leuchtgas gespeiste Plattner'sche Spinne (S. 108), deren einzelne Löthröhre die Construction der Frick'schen Vorrichtung (S. 14) haben. Anstatt fünf solcher Löthrohrflammen kann man deren natürlich, zur Erhöhung des Hitzgrades, noch mehrere anwenden. Vorrichtungen dieser Art mit zehn Brennern geben, bei hinreichend starkem Gebläse, eine der Weissgluth kaum nachstehende Hitze, ohne dass die Platintiegel dabei einem ähnlichen schädlichen Einflusse wie bei der Deville'schen Terpenthinöldampf-Lampe (S. 271) ausgesetzt sind.

Wenn man die Frick'sche Vorrichtung (S. 14) mit einem Kautschuk-Gebläse (S. 255) combinirt, indem man das Windrohr eines mit dieser Vorrichtung versehenen gewöhnlichen Löthrohrs mit dem Kautschukschlauche eines solchen Gebläses verbindet, so hat man eine zu Löthrohrversuchen äusserst bequeme und zweckmässige Vorrichtung. Natürlich muss das Löthrohr hierbei in irgend einen zweckmässigen Klammer-Apparat fest eingespannt werden.

---

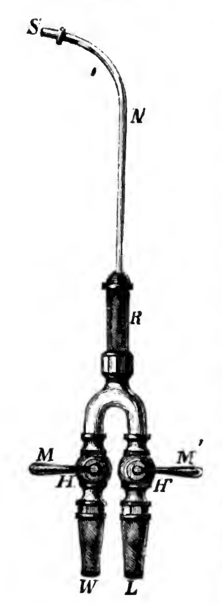
## Löthrohrgebläse der vierten Art.

(Welche ein Gemenge von atmosphärischer Luft oder Sauerstoff mit einer brennbaren Gasart oder einem brennbaren Dampfe ausblasen.)

---

Diese verdienen, wo es sich um Erreichung sehr hoher Temperaturen handelt, vor allen anderen Löthrohrgebläsen — vielleicht mit Ausnahme der Aetherlampe — den Vorzug, und werden daher auch zu vielen technischen und wissenschaftlichen Zwecken benutzt. Nach der Zusammensetzung des brennbaren Gasgemenges kann man dieselben in verschiedene Abtheilungen bringen.

Fig. 23.




1. Gemenge von Wasserstoff und atmosphärischer Luft. Löthrohrgebläse, welche ein solches Gemenge ausblasen, giebt es von verschiedener Construction. Am zweckmässigsten ist es, Wasserstoff und atmosphärische Luft, jedes für sich, in getrennten Gasometern oder Blasebälgen aufzubewahren, und beide durch Kautschuk-Röhren oder andere biegsame Schläuche in eine Vorrichtung zusammenzuleiten, wie sie Fig. 23 zeigt. *W* Einströmungsrohr für das Wasserstoffgas; *L* Einströmungsrohr für die atmosphärische Luft. Werden die Hähne *H* und *H'* durch die Hebel *M* und *M'* geöffnet, so vereinigen sich beide Ströme in dem Schlauche *R*, gehen durch das lange schmale Metallrohr *N* und werden aus der Löth-

rohrspitze $S$ als brennbares Gemenge ausgeblasen. Soll der Apparat angewendet werden, so lässt man zuerst, durch Oeffnen des Hahns $H$, nur Wasserstoff ausströmen, den man bei $S$ entzündet. Hierauf öffnet man auch den Hahn $H'$, und zwar so weit, dass die grösste Intensität der Flamme erreicht wird. Ein geübtes Auge erkennt dies leicht an der bläulichen Farbe der zu einer längeren oder kürzeren Spitze ausgetriebenen Flamme. Ein Zurückschlagen der Flamme in das Rohr $R$ ist nicht leicht zu befürchten, und würde auch kaum eine bedeutende Explosion hervorbringen. Zur weiteren Vorsicht kann man übrigens noch Maassregeln treffen, wie solche weiter unten angegeben sind. — E. Desbassayns de Richemont [1]) füllt nicht erst ein Gasometer oder Blasebalg mit Wasserstoff, sondern leitet letzteren unmittelbar aus dem Entwickelungs-Gefäss in das Einströmungsrohr $W$. Dieses Entwickelungs-Gefäss (Generator) ist nach dem Principe des Döbereiner'schen Feuerzeuges construirt. — Man bedient sich des Luftwasserstoff-Löthrohres (*Chalumeau aërhydrique*) besonders zum Löthen des Platins mit Gold und zum Löthen von Bleiplatten (bei Schwefelsäurekammern). In letzterem Falle geschieht das Löthen durch theilweise Schmelzung des Bleies, also ohne Anwendung eines eigentlichen Lothes.

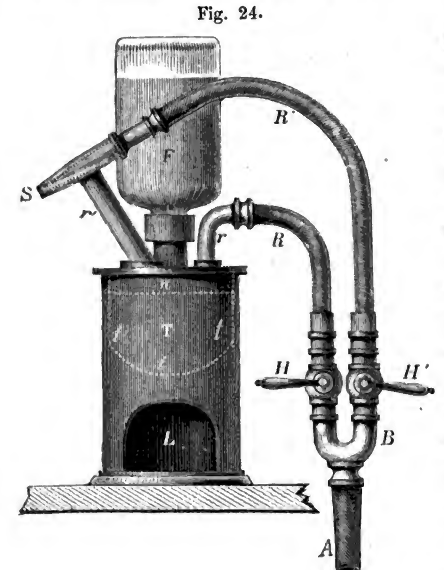
2. Gemenge von Terpenthinöldampf und atmosphärischer Luft. Diese Art von Löthrohrgebläsen (*Chalumeau à vapeurs combustibles*) wird in Frankreich zu verschiedenen technischen Zwecken — zum Löthen von Bijouterie-Waaren, zum Glasblasen u. s. w. — angewendet. Eine ungefähre Idee von einem solchen Apparate, nach Desbassayns de Richemont's Construction, giebt umstehende Figur 24. In dem hohlen Metallcylinder $T$ ist ein kesselförmiges Gefäss $ttt$ (punktirt) angebracht, in welchem sich Terpenthinöl befindet. Letzteres wird durch eine

---

[1]) Dict. des arts et manufactures p. 629.

in den Raum $L$ eingeschobene Lampe bis zur hinreichenden Verdampfung erhitzt. Die Dämpfe treten — da ihr Entweichen

Fig. 24.




durch die gekrümmte Röhre $r$ und den Schlauch $R$ mittelst des geschlossenen Hahnes $H$ verhindert wird — in die schiefe Röhre $r'$ und entweichen aus der Röhrenmündung $S$. Oeffnet man den Hahn $H$ ein wenig, so wird atmosphärische Luft, welche durch den Schlauch $A$ eingeblasen wird, in den Raum $n$ über dem Terpenthinöle dringen und sowohl die Austreibung der Dämpfe aus demselben, als auch die Bildung ihrer Flamme vor der Mündung $S$ befördern. Wird alsdann auch der Hahn $H'$ mehr oder weniger geöffnet, so entsteht ein zweiter Luftstrom, welcher seinen Weg durch den Schlauch $R'$ nach der inneren Löthrohrspitze (punktirt) nimmt und so mitten in die Flamme gelangt, welche dadurch verlängert und zugespitzt wird. Durch die umgestürzte, mit Terpenthinöl gefüllte Flasche $F$ erhält man das Terpenthinöl im Gefässe $T$ auf bekannte Weise in einem constanten Niveau. Die im *Dictionnaire des arts et manufactures* (pag. 631) befindliche unvollkommene Beschreibung dieses Apparates lässt es unberücksich-

tigt, inwieweit die Gefahr einer Explosion bei demselben beseitigt ist.

Eine wesentliche Umgestaltung und Verbesserung hat das eben beschriebene Löthrohrgebläse in neuester Zeit durch Sainte-Claire Deville erfahren. Eine ausführliche Beschreibung dieser Vorrichtung — *Lampe forge* —, sowie Gebrauchsanweisung zu derselben findet man in *Annal. de Chim. et de Phys.* 3. *sér.*, *T.* 46 (*Février*, 1856), *p.* 184. Dieses Terpenthinöldampf-Gebläse hat in Frankreich eine günstige Aufnahme gefunden. In der Erzeugung eines bis zur vollkommenen Weissgluth gehenden Hitzgrades lässt es nichts zu wünschen übrig; doch sollen die Platintiegel hierbei leicht kohlenstoffhaltig und in Folge davon brüchig werden. Der Verfasser hatte bisher keine Gelegenheit, dieses Gebläse zu gebrauchen und sich von dem gedachten Uebelstande durch eigene Erfahrung zu überzeugen.

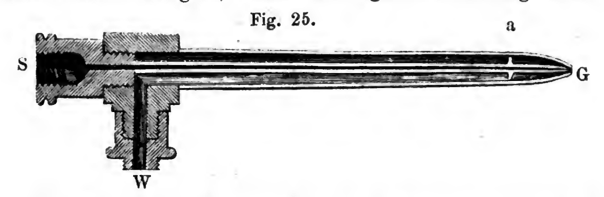
3. Gemenge von Wasserstoff und Sauerstoff. Löthrohrgebläse, welche ein derartiges Gemenge ausblasen, nennt man Knallgasgebläse, Oxy-Hydrogen-Gebläse oder Hydro-Oxygen-Gebläse. Man hat dieselben auf sehr verschiedene Weise construirt, wobei die Vermeidung der Explosion stets ein Hauptaugenmerk abgab. Einige der wichtigsten Constructionen sind folgende.

Das Hare'sche Knallgasgebläse dürfte wohl das älteste sein. Das Wesentliche seiner Einrichtung besteht darin, dass die beiden Gasarten getrennt von einander aufbewahrt werden, sich erst dicht vor ihrem Austritt aus der Löthrohrspitze vereinigen und nur unter einem geringen Drucke (von einigen Zollen Wasserhöhe oder dem entsprechend) ausströmen. Hare bediente sich nicht zweier getrennter Gasometer für Wasserstoff und Sauerstoff, sondern eines mit einer senkrechten Scheidewand versehenen Gasometers. Aus den beiden Räumen desselben wurden die Gase durch eine drückende Wassersäule in die entsprechenden Leitungsröhren getrieben, welche sich dicht vor der

Löthrohrspitze zu einem gemeinschaftlichen Blaseröhrchen vereinigten. Um gegen eine Explosion gesichert zu sein, gab er der Wasserstoffröhre keinen grösseren Durchmesser, als dass man gerade mit einer gewöhnlichen Stecknadel hineinkonnte, dem Sauerstoffgasröhrchen aber nur $1/3$ dieser Weite, und regulirte ausserdem die Strömung durch Hähne, bis er das richtige Verhältniss der Mischung (2 Volumen Wasserstoff und 1 Volumen Sauerstoff) annähernd erhielt [1]).

Dieses Löthrohrgebläse wurde bald nach seinem Bekanntwerden durch das weiter unten beschriebene Newman'sche Knallgasgebläse verdrängt. Die mit dem Gebrauche des letzteren verbundene Gefahr, welche sich trotz aller Vorsichtsmaassregeln nicht ganz beseitigen liess, hat jedoch in neuerer Zeit wieder auf das Hare'sche Princip zurückgeführt. Man wendet jetzt fast allgemein zwei getrennte Gasometer an, aus denen man Wasserstoff und Sauerstoff zusammenleitet. Das Eigenthümliche hierbei besteht nur in der von Maugham angegebenen Construction des Blaserohres (Ansatzrohres), in welchem die Vereinigung beider Gase vor sich geht, wie man aus folgender Zeichnung ersieht.

Fig. 25.




Bei *W* wird der Wasserstoff in das Ansatzrohr geleitet, und erfüllt hierdurch den Theil des inneren Raumes desselben, welcher nicht von dem darin befindlichen Blaserohr eingenommen wird. Letzteres steht durch die Mündung *S* mit dem Sauerstoff-

---

[1]) Philos. Mag. Nr. 55, S. 238, und Nr. 56, S. 298; hieraus im Auszuge in Gehlen's N. Journ. Bd. I, S. 288, und in Gilb. Annal. Bd. LV, S. 43.

Gasometer unmittelbar in Verbindung, so dass die beiden Gase, deren relative Menge man durch zwei Hähne regulirt, erst dicht vor der gemeinschaftlichen Ausströmungsöffnung, bei *G*, zur Vereinigung gelangen. Der aus dem inneren Blaserohre, bei *a*, angebrachte ringförmige Ansatz soll verhindern, dass das Gasgemenge sich zu weit nach hinten verbreitet. Träte wirklich eine Explosion ein, so kann sie kaum einen grösseren Raum betreffen, als den, welcher sich zwischen der Ausströmungsöffnung *G* und jenem ringförmigen Ansatze befindet. Die folgende Figur 26 zeigt ein mit einem solchen Ansatzrohre versehenes Gasometer. *A* ist mit


Fig. 26.

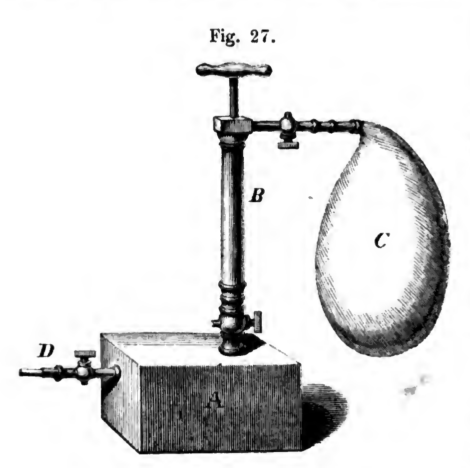



Sauerstoff, *B* mit Wasser gefüllt. Das Ausströmen des Sauerstoffs wird durch den Hahn *e* regulirt. Durch den aus dem Ansatzrohr seitwärts abgehenden Schlauch führt man aus einem zweiten Gasometer den Wasserstoff hinzu. — Soll die Knallgasflamme mittelst dieses Apparates hervorgebracht werden, so öffnet man zuerst den Hahn des Wasserstoff-Gasometers, und

entzündet nach einiger Zeit den aus dem Ansatzrohre dringenden Wasserstoff. Alsdann wird auch der Hahn des Sauerstoff-Gasometers geöffnet, und durch Regulirung beider Hähne die grösstmöglichste Intensität der Flamme zu erreichen gesucht. In einer solchen Flamme kann man, auf einer Unterlage von Kohle, die schwierigst schmelzbaren Substanzen, wie Pfeifenthon, Thonerde, Kieselerde und Platin, mit Leichtigkeit zum Schmelzen, letzteres sogar zum Verdampfen bringen. Freilich gilt dies nur von kleinen Quantitäten derselben, da die Knallgasflamme — wegen der kleinen Oeffnung des Blaserohres — nur ein geringes Volumen besitzt.

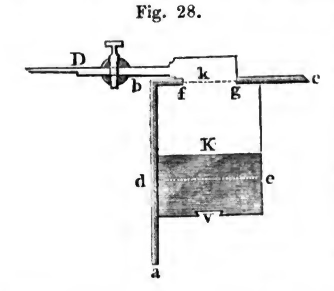
Das Newman'sche Knallgasgebläse unterscheidet sich dadurch von dem Hare'schen, dass es Wasserstoff und Sauerstoff, genau in dem Verhältniss von 2 Volumen zu 1 Volumen gemengt, unter starkem Drucke ausbläst. In seiner einfachsten und ältesten Gestalt besitzt es folgende Einrichtung (Fig. 27): *A* ist ein starker kupferner Kasten, *B* eine gewöhnliche Compressionspumpe und *C* eine mit Knallgas gefüllte Thierblase. Aus letzterer wird das Gas vermittelst der Pumpe *B* in den Kasten *A* gepumpt. Reicht die in *C* vorhandene Gasmenge zu einer stärkeren Com-

Fig. 27.



pression nicht aus, so wird die geleerte Blase durch eine gefüllte ersetzt. In dem Blaserohre *D* brachte Clarke eine Glasröhre von 4 Zollen Länge und $^1/_{80}$ Zoll Weite an, und unternahm mit diesem Apparate eine grosse Reihe interessanter Versuche [1]), ohne dass hierbei eine Explosion stattgefunden hätte. Um eine etwas grössere und dadurch noch wirksamere Flamme zu erhalten, vertauschte Clarke später die $^1/_{80}$ Zoll weite Glasröhre (deren Länge von 4 Zoll sich allmälig durch Abspringen bis auf $1^3/_8$ Zoll verkürzt hatte) mit einer anderen von $^1/_{60}$ Zoll Weite. Hiernach aber entzündete sich das Knallgas im Inneren des Kastens und zersprengte den ganzen Apparat mit furchtbarer Explosion. Dass diese der Erweiterung des Blaserohrs zuzuschreiben war, kann kaum einem Zweifel unterliegen. Man war daher auf Sicherheitsmaassregeln bedacht, welche die gefahrlose Anwendung von Blaseröhren grösseren Calibers möglich machten. Cumming brachte im Inneren des kupfernen Kastens *A* einen Sicherheitscylinder an, dessen Einrichtung aus folgender Durchschnitts-Zeichnung (Fig. 28) (in Bezug auf die vorhergehende Figur im vergrösserten Maassstabe dargestellt) ersichtlich ist. *ab* und *bc* Wandtheile des kupfernen Kastens, zwischen denen der Sicherheitscylinder *K* angebracht ist. Der Raum *k* wird von dem Raume *K* durch ein feines Drahtgewebe *fg* geschieden; *de* ist ein ähnliches Drahtgewebe, welches innerhalb der in der Zeichnung durch Schraffirung angedeuteten Wasser- oder Oelschicht angebracht

Fig. 28.




[1]) Journal of Sc. and Arts, Nr. 3, pag. 104; übersetzt in Gilb. Annal. Bd. LIV, S. 1, und Schweigg. Journ. Bd. LVIII, S. 228.

ist. Durch das Ventil *v* steigen die Blasen des Knallgases in dieser Flüssigkeit empor. Im Fall eines Zurückschlagens der Flamme findet also die Fortpflanzung der Explosion nach innen zuerst in dem Davy'schen Drahtgewebe *fg*, dann aber — wenn dieselbe dieses Hinderniss überschreiten sollte — in der Flüssigkeitsschicht einen zweiten Widerstand, der selbst nicht ganz aus dem Wege geräumt sein würde, wenn die Flüssigkeit aus dem Sicherheitscylinder in das Innere des kupfernen Kastens gedrängt worden wäre. Denn alsdann bliebe noch das schützende Drahtnetz *de* übrig. Man sollte also meinen, dass eine entstehende Explosion sich höchstens bis *de* verbreiten könne. Inzwischen hat die Erfahrung auch die Unsicherheit dieser Vorrichtung dargethan; zugleich hat sich aber herausgestellt, dass eine sperrende Oelschicht eine entschieden grössere Sicherheit gewährt, als eine Wasserschicht. Die Anwendung der ersteren führt jedoch den Nachtheil mit sich, dass durch die aufsteigenden Gasblasen leicht ein Schäumen des Oeles eintritt und dadurch gewöhnlich etwas Oel in das Blaserohr getrieben wird. Uebrigens erscheint die Construction des Sicherheitscylinders, so weit dieselbe aus der Zeichnung ersichtlich [1]), auch insofern mangelhaft, als keine Vorrichtung vorhanden ist, welche das allmälige Ausfliessen des Oeles durch das Ventil *v* in den kupfernen Kasten verhindert. Ein unterhalb des Ventils angebrachtes, an der äusseren Wandfläche des Sicherheitscylinders aufwärts gekrümmtes, bis über das Niveau der Oeloberfläche reichendes Röhrchen würde diesen Uebelstand beseitigen.

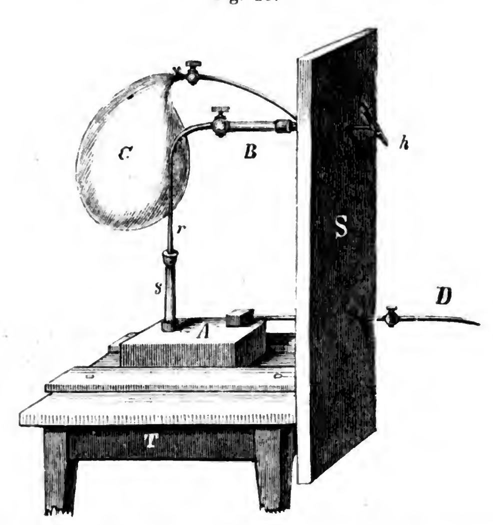
Das Streben verschiedener Physiker, die Oeffnung des Blaserohrs am Knallgasgebläse gefahrlos zu erweitern, dadurch die Flamme zu vergrössern und ihre Wirkung zu erhöhen, führte endlich zu dem verbesserten Newman'schen oder Clarke'schen Knallgasgebläse. Die verbesserte Einrichtung desselben besteht

---

[1]) Gehler's phys. Wörterb. Bd. IV, S. 1165, Tab. XVI, Fig. 195.

hauptsächlich darin, dass der Experimentator für den Fall einer eintretenden Explosion gegen die Folgen derselben geschützt ist. Dies wird ganz einfach durch folgende Einrichtung des Apparates (Fig. 29) bewirkt. Die Scheidewand *S* — eine starke hölzerne

Fig. 29.




Thür, ein Schirm oder dergleichen — trennt den Experimentator von allen Theilen des Apparates, von denen derselbe bei einer Explosion beschädigt werden könnte. Nur der Handgriff *h* der an der Scheidewand festgeschrobenen Druckpumpe *B* und das eigentliche Blaserohr *D* befinden sich diesseits der schützenden Wand. Jenseits steht der kupferne Kasten *A* auf einem Tisch *T* zwischen zwei Holzleisten. Das Knallgas wird aus der gefüllten Thierblase *C* durch die Röhren *r* und *s* in den Kasten gepumpt. *k* ist der obere Theil des Sicherheitscylinders. Diese Einrichtung gewährt überdies den Vortheil, dass während des Experimentirens mit der Knallgasflamme fortdauernd neues Gas nach-

gepumpt werden kann, wodurch sich der Druck desselben im Kasten *A* nicht vermindert. Hierin liegt zugleich eine Sicherung gegen Explosionen, welche, wie man erfahren hat, besonders bei nachlassendem Drucke einzutreten pflegen; und auf solche Weise hat man es wagen können, die Oeffnung des Blaserohrs auf $1/_{25}$ Zoll zu erweitern. Von Nutzen würde es seyn, ein kleines Manometer an dem Blaserohr anzubringen. Da durch das stete Nachpumpen des Gases, sowie durch die grössere Weite des Blaserohrs, in kurzer Zeit eine beträchtliche Quantität Knallgas consumirt wird, so bedient man sich bei länger dauernden Versuchen, anstatt der Thierblasen, eines gefirnissten Ballons von Taffet als Reservoir.

Wenn auch der Experimentator bei dem verbesserten Newman'schen Knallgasgebläse keiner erheblichen Gefahr mehr ausgesetzt ist, so ist doch die Möglichkeit einer Explosion dadurch nicht ganz verhindert, und es bleibt immer eine Unbehaglichkeit, in solcher Nachbarschaft zu experimentiren. Die Physiker sind daher bemüht gewesen, noch andere Sicherheitsvorkehrungen zu ersinnen, durch welche theils der Experimentator noch mehr geschützt, theils aber auch das Explodiren noch weniger möglich gemacht werden soll. Newman brachte, in ersterer Absicht, an der hinteren — von dem Experimentator abgewendeten — Seite des kupfernen Kastens eine dünnere und nur schwach angelöthete Wandplatte an, so dass diese bei einer Explosion leicht herausgeworfen wurde. Wollaston schlug vor, das Gas durch ein Bündel von Haarröhrchen gehen zu lassen und dann, dicht vor dem Blaserohr, in einer Röhre von grösserem Durchmesser zu vereinigen, so dass sich hierdurch die Explosion nicht einmal bis in den Sicherheitscylinder fortpflanzen könnte. Andere Physiker verwarfen den Newman'schen Apparat und pressten das Gas unmittelbar aus einer mit Gewichten beschwerten Thierblase in das mit sichernden Vorrichtungen versehene und durch eine Schutzwand geführte Blaserohr. Natürlich kann hierdurch kein so hoher

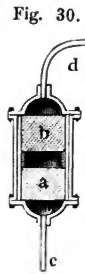
Druck als durch Compression mittelst einer Pumpe erzeugt werden. Thomas Osbrey endlich verfolgte ein ganz entgegengesetztes Princip, indem er den Gaskasten aus Kupfer und Schmiedeeisen so stark herstellte, dass er einer Explosion Widerstand leistete. Um denselben auf seine Haltbarkeit zu prüfen, liess er in demselben Knallgas, welches mit 13 Atmosphären zusammengedrückt war, explodiren. Dieses gewaltsame Experiment stellte derselbe zwei Mal an, ohne dass der Apparat dadurch beschädigt wurde [1]). Ausser der bedeutenden Kostbarkeit steht diesem Apparate entgegen, dass eine vollständige Sicherheit dennoch nicht durch denselben erreicht werden kann. — Der eben gedachte Vorschlag Wollaston's hat wohl die meiste Beachtung gefunden. Man hat Bündel feiner Metallröhren, sowie auch Glasröhren, deren äussere Zwischenräume hinreichend ausgefüllt waren, zur Anwendung gebracht. Beale schlug vor, ein solches Sicherheitsbündel durch ein Stück spanisches Rohr, und Wilkinson versuchte es durch geklopften Asbest zu ersetzen. Eine sehr zweckmässige Vorrichtung dieser Art, wie sie in neuerer Zeit von Hemming angegeben und mehrfach angewendet worden ist, besteht aus einem messingenen Cylinder von etwa 6 Zoll Länge und $^3/_4$ Zoll Weite, welcher mit feinen Messingdrähten von derselben Länge angefüllt ist. Um den Cylinder recht dicht zu füllen, wird in die Mitte des Drahtbündels ein zugespitzter Metallstab eingetrieben. Die Wärmeleitungsfähigkeit der dadurch gebildeten feinen metallenen Canäle ist so gross, dass das Zurücktreten der Flamme vollständig verhindert wird. Es versteht sich von selbst, dass ein solcher Sicherheitscylinder vor seiner Anwendung geprüft werden muss. Robert Hare hat diese Vorrichtung folgendermaassen modificirt. Er nimmt ein $^1/_8$ Zoll dickes Kupferblech, biegt es cylinderförmig zusammen und löthet die Fuge mit Silber. Den inneren Raum dieses Cylinders füllt er mit Kupferdrähten von

---

1) Gilb. Annal. Bd. LXII, S. 270.

grösstmöglichster Feinheit an, welche mit grosser Sorgfalt parallel der Cylinderaxe gelegt werden. Den so gefüllten Cylinder bringt er in einen Drahtzug und zieht ihn aus, bis die Masse so hart wird, dass das Ziehen ohne vorhergegangenes Erhitzen (Weichmachen) nicht weiter fortgesetzt werden kann. Der ausgezogene Cylinder wird mit einer Uhrfedersäge in Stücke zerschnitten, deren Länge ihrem Durchmesser ungefähr gleich ist, worauf die Schnittflächen derselben mit einer feinen Feile sanft überfahren werden. Sie erscheinen dem unbewaffneten Auge vollkommen dicht; mit Hülfe der Loupe erkennt man aber die vielen feinen Canäle, welche den Zwischenräumen der zusammengelegten Drähte entsprechen. Hare bringt nun in seinem Sicherheitscylinder zwei solcher Kupferstücke an, welche er zuvor mit einer Messingkapsel umgiebt, ungefähr in der Art, wie nebenstehende Fig. 30 zeigt. *a* und *b* die beiden porösen Kupferstücke, welche einen Raum zwischen sich frei lassen. Hare lässt diesen Zwischenraum beträchtlich grösser, als in der Zeichnung angegeben, was jedoch nicht nothwendig sein dürfte. Das Knallgas strömt durch die Röhre *d* ein, geht durch das Kupferstück *b*, durch den Raum zwischen *a* und *b*, dann durch das Kupferstück *a*, und gelangt so in die Röhre *c*, welche zum Blaserohr führt. Das Gas ist mit einem Drucke von 2 bis 4 Atmosphären comprimirt; ein gewöhnlicher Gasometerdruck würde nicht hinreichen, dasselbe mit erforderlicher Schnelligkeit durch die porösen Kupferstücke zu treiben. Schlägt die Flamme des Blaserohrs zurück, so pflanzt sich die Explosion nur bis *a* fort. Durch mehrere hinter einander entstehende Explosionen kann dies Kupferstück inzwischen so erwärmt werden, dass es die Flamme durchlässt; alsdann würde die Explosion in den Zwischenraum dringen, aber bei *b* ihre Gränze finden. Zur noch weiteren Vermehrung der Sicherheit schlägt Hare vor, das Knallgas, bevor es in den Sicherheits-

Fig. 30.



cylinder tritt, durch eine schmiedeeiserne, zur Hälfte mit Terpenthinöl gefüllte Flasche zu leiten, so dass es in einzelnen Gasblasen in dieser Flüssigkeit aufsteigen muss. Im schlimmsten Falle, meint er, würde dann die Explosion bis in diese Flasche dringen. Mit Hülfe solcher Vorsichtsmaassregeln hat Hare zahlreiche Versuche mit dem Knallgasgebläse angestellt, ohne dass hierbei ein Unfall eingetreten wäre. Zugleich hat er die Wirkung der Flamme dadurch bedeutend erhöht, dass er mehrere Blaserohrspitzen, bis zu fünfzehn, neben einander anbrachte, deren Weite $^1/_{32}$ — $^1/_{24}$ Zoll betrug. Auf solche Weise war es ihm möglich, sehr beträchtliche Quantitäten von Platin — bis zu einem Gewichte von 28 Unzen — zu einer Masse zusammenzuschmelzen [1]).

Der absolute Wärme-Effect des Wasserstoffs beträgt annähernd 34000. Berechnet man hiernach die Temperatur, welche beim Verbrennen von 2 Vol. Wasserstoff mit 1 Vol. Sauerstoff entsteht, so erhält man ungefähr 4000° C. [2]). Dieser Hitzgrad muss also als das Maximum der durch ein Knallgasgebläse zu erreichenden Wirkung angesehen werden. Die günstigsten Umstände bietet offenbar der Newman'sche Apparat. Nur bei diesem Gebläse kann man von der vollkommenen Mengung beider Gase und von der genauen Zusammensetzung ihres Gemenges nach obigem Verhältnisse überzeugt sein. Jeder Ueberschuss der einen oder anderen Gasart zieht eine entsprechende Erniedrigung des Hitzgrades nach sich. Zugleich aber hat das geschwinde Ausströmen des stark comprimirten Knallgases eine schnelle Steigerung der Temperatur des zu erhitzenden Körpers zur Folge, indem es den abkühlenden Einflüssen der Unterlage u. s. w. entgegenwirkt. Und endlich kommt dabei die grössere Weite in Betracht, welche man der Ausströmungsöffnung des Blaserohrs zu geben vermag. Handelt es sich jedoch nur darum,

---

1) Philos. Mag. Vol. XXXI, pag. 356.

2) Scheerer's Lehrbuch der Metallurgie, Bd. I, S. 386.

geringere Wirkungen zu erreichen, wie z. B. Platin in kleinen Mengen zu schmelzen (der Schmelzpunkt des Platins liegt etwa bei 2600° C.), so reicht man vollkommen aus mit einem Gebläse nach der älteren Hare'schen Construction und einem Maugham'schen Sicherheitshahne. Hierbei ist man, unter Anwendung gehöriger Vorsicht, jeder Gefahr überhoben.

4. Verschiedene andere Gasgemenge. Zufolge mehrfacher übereinstimmender Versuche, welche in neuerer Zeit hinsichtlich der absoluten Wärme-Effecte verschiedener brennbarer Körper angestellt worden sind, ergiebt sich durch Berechnung, dass bei der Verbrennung folgender Substanzen mit einer entsprechenden Quantität Sauerstoffgas etwa folgende Hitzgrade erzeugt werden:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff . . . . . | 9800° C. |
| Kohlenoxyd . . . . . | 7000 » |
| Oelbildendes Gas . . . | 6300 » |
| Grubengas . . . . . | 4700 » |
| Wasserstoff . . . . . | 4000 » |

Wenn auch diesen Zahlen keine grosse Genauigkeit zuzuschreiben sein dürfte, so ist doch so viel daraus zu ersehen, dass wir uns bei der Verbrennung des Wasserstoffs mit Sauerstoff jedenfalls noch auf einer niederen Stufe der möglicherweise zu erreichenden Temperaturen befinden. Von der Kohle wird man jedoch hierbei keine zweckmässige Anwendung machen können, da sie sich uns nicht in Gasgestalt darbietet. Lässt man Sauerstoffgas auf glimmende Kohle strömen, so mag allerdings die angegebene Temperatur momentan in jedem verbrennenden Kohlepartikel erzeugt werden; allein wir können dieselbe nicht ohne sehr bedeutenden Verlust auf den zu erhitzenden Körper übertragen, zumal es sich nicht verhindern lässt, dass der ununterbrochene Strom des Sauerstoffs hierbei abkühlend wirkt. Dagegen scheinen sich Kohlenoxyd sowohl als ölbildendes Gas sehr zu einer solchen Anwendung zu empfehlen. Mit letzterem

Gase haben bereits mehrere Physiker — namentlich Daniell[1]), Clarke, Cumming[2]) und Pfaff[3]) — Versuche angestellt. Clarke und Cumming erhielten keine günstigen Resultate; Pfaff dagegen fand, dass ein Gemenge aus 2,5 Vol. Sauerstoff und 1 Vol. ölbildendem Gas die Wirkungen des Knallgases entschieden übertreffe. Ein Gemenge von Kohlenoxyd und Sauerstoff ist von Reich[4]) angewendet worden. Obgleich dessen Versuche keinen genauen Vergleich der Wirkungen dieses Gemenges mit denen des Knallgases bezweckten, weshalb ersteres auch nur in zwei gewöhnlichen Gasometern, mit dem Maugham'schen Hahne versehen in Anwendung gebracht wurde, so schien sich wenigstens keine geringere Wirkung herauszustellen, da 1,25 Grm. Platin zu einer flüssigen Kugel vereinigt und Quarz zur Schmelzung gebracht werden konnte. Die Ausströmungsöffnung war 0,5 Millimeter weit. Reich machte hierbei die interessante, das gedachte Gasgemenge noch mehr empfehlende Beobachtung, dass die Flamme desselben eine weit geringere Neigung besitzt zurückzuschlagen, als die des Knallgases; was daher rührt, dass ersteres einer höheren Temperatur zu seiner Entzündung bedarf, als letzteres. Hiernach erscheint die Anstellung eines Versuches von Wichtigkeit, welcher die Wirkungen des Kohlenoxyd-Sauerstoff-Gemenges unter den günstigsten Umständen darlegt. Vollkommen reines Kohlenoxydgas müsste mit reinem Sauerstoff in dem Verhältniss von 2 Vol. zu 1 Vol. gemengt und aus einem Newman'schen Apparate unter starkem Drucke ausgeblasen werden. Ist die bei der Berechnung der Verbrennungs-Temperaturen aus den absoluten Wärme-Effecten zu Grunde gelegte Theorie nur einigermaassen

---

[1]) Derselbe bediente sich des Steinkohlengases.

[2]) Gilb. Annal. Bd. LXII, S. 264.

[3]) Schweigg. Journ. Bd. XXII, S. 417.

[4]) Journ. für prakt. Chemie. Bd. XXXIII, S. 477.

richtig, so würde die Wirkung eines solchen Gebläses eine ausserordentliche sein; vielleicht sogar dem erstaunlichen Wirkungsgrade nicht nachstehen, den Despretz [1]) durch elektrische Ströme erreicht hat.

[1]) Compt. rend. T. 28, Nr. 25, pag. 755, und T. 29, Nr. 3, pag. 48.



# Alphabetisches Register.

## A.



## B.

## C.

## H.



## I. J.



## K.

## L.



## M.

## Q.



## R.



## S.

## T.



## U.



## V.








Scheerer.
Löthrohrbuch.
UNIVERS
131026
QD87
S3

